
DIE SUSSWASSERFLORA
DEUTSCHLANDS, ÖSTERREICHS
UND DER SCHWEIZ
HERAUSGEGEBEN VON
A. FASCHER

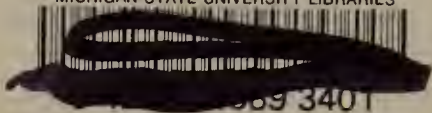
HEFT 4:
VOLVOCALES - PHYTOMONADINAE
FLAGELLATAE IV - CHLOROPHYCEAE I
BEARBEITET VON
A. FASCHER



GUSTAV FISCHER · JENA

QK
185
P3
11/14

MICHIGAN STATE UNIVERSITY LIBRARIES



52

DIE SÜSSWASSER-FLORA DEUTSCHLANDS, ÖSTERREICHS UND DER SCHWEIZ

BEARBEITET VON

Prof. Dr. G. BECK-MANNAGETTA (Prag), Dr. O. BORGE (Stock-
holm), J. BRUNNTHALER (Wien) †, Dr. L. GEITLER (Wien),
Dr. F. GRÖNBLAD (Helsingfors), Dr. W. HEERING (Hamburg) †,
Prof. Dr. KOLKWITZ (Berlin), Dr. E. LEMMERMANN (Bremen) †,
Dr. J. LÜTKEMÜLLER (Baden b. Wien) †, W. MÖNKEMEYER
(Leipzig), Prof. Dr. W. MIGULA (Eisenach), Prof. Dr. A. PASCHER
(Prag), Prof. Dr. V. SCHIFFNER (Wien), Prof. Dr. J. SCHILLER
(Wien), Prof. Dr. A. J. SCHILLING (Darmstadt), H. VON SCHÖNFELDT
(Eisenach), C. H. WARNSTORF (Friedenau b. Berlin) †, Kustos
Dr. A. ZAHLBRUCKNER (Wien).

HERAUSGEGEBEN VON

Prof. Dr. A. PASCHER (Prag)

HEFT 4:

**VOLVOCALES = PHYTOMONADINAE.
FLAGELLATAE IV. = CHLOROPHYCEAE I.**

(MIT DEM ALLGEMEINEN TEILE ZU DEN CHLOROPHYCEEN)

BEARBEITET VON

A. PASCHER

PRAG

MIT 451 ABBILDUNGEN IM TEXT



JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1927

SCIENCE LIBRARY

25

105

P3

W 4

ALLE RECHTE VORBEHALTEN.

COPYRIGHT 1927

BY GUSTAV FISCHER, PUBLISHER,
JENA.

Printed in Germany

Vorbemerkungen.

Für die Volvokalen lagen bis jetzt nur Einzelarbeiten und veraltete Zusammenfassungen kleiner Gruppen vor. Die vorliegende Bearbeitung ist die erste zusammenfassende Darstellung der Volvokalen überhaupt. Sie weist daher alle Mängel eines solchen ersten Versuches auf. Das hängt zum Teil mit der ungemein zersplitterten, verstreuten und oft so versteckten Literatur und vor allem unserer geringen Kenntnis dieser Organismen zusammen, die großteils viel weniger durchstudiert sind als andere Einzeller. Da Herr Prof. Printz durch seine neue Stellung in Oslo an der Bearbeitung des ursprünglich von ihm übernommenen Teiles verhindert war, fielen mir auch Gruppen zu, mit denen ich weniger vertraut war (*Volvox*). Die Bearbeitung hätte sich noch weiter hinausgezögert, wäre ich nicht von Freunden und Kollegen unterstützt worden. Meine Freunde Prof. Korschikoff (Charkow) und Dr. Scherffel (Gödöllö) haben mir in liberalster Weise ihre ungemein reichen, großenteils noch unveröffentlichten Beobachtungen in Wort und Bild zur Verfügung gestellt und damit ihre eigenen Interessen dem Zwecke der Süßwasserflora untergeordnet. Herr Prof. E. Pringsheim sowie Herr Dr. Mainx überließen mir die Prüfung ihrer reingezüchteten neuen Arten. Ebenso stellten mir die Herren Prof. M. Hartmann (Berlin), Prof. Swirenko (Odessa) und Dr. Wollenweber (Berlin) Figurenmateriale zur Verfügung. In der Literaturbeschaffung unterstützten mich weitgehend die Herren Dr. Conrad (Brüssel), Prof. Fritsch (London), Hazen (New York), Killian (Straßburg), G. M. Smith (Stanford Univ. Cal.), Dr. Geitler, Dozent Schußnig und Dr. Neumayer (Wien), Dr. de Puymaly (Bordeaux) und Dozent Dr. Zimmermann (Tübingen). Ihnen allen sei herzlichst gedankt.

Es scheint mir immer mehr zuzutreffen, daß die Haplomixis hier für die Bildung neuer Formen eine große Rolle spielt. Nicht in dem Sinne, daß sie bei den Niederen vielleicht von vornherein häufiger und leichter möglich sei als bei den Diploiden. Aber da die meisten Einzeller ihr vegetatives Leben in der haploiden Phase vollziehen, wirken sich die haplomiktischen Neukombinationen direkt und damit viel mehr als neue Formen aus, als bei den Diploiden, wo die haplomiktischen Neukombinationen, wie die ganze haploide Phase überhaupt als Eigenform so zurücktritt. Diese Formbildung durch Haplomixis innerhalb eines Schwarmes einander näherstehender, morphologisch unterscheidbarer Formenkreise — und fast alle „Arten“ bestehen aus solchen — scheint mir eine praktisch fast unerschöpfliche Quelle neuer Formen zu sein. Eine Reihe „Arten“ sind in ihrer Stellung vielleicht nur so zu deuten. Und da die haplomiktischen Neukombinationen nun auch für andere Organismen als für die Volvokalen, an denen ich sie zuerst feststellte, erzielt wurden (es sei hier auf Funkes, Brunswicks, Allens Arbeiten und die grundlegenden theoretischen und experimentellen Klarlegungen F. v. Wettsteins, Hart-

manns und Knieps verwiesen), so muß eine experimentelle Morphologie resp. Systematik der Niederen auch von dieser Seite her einsetzen.

Von einer erschöpfenden Darstellung der Volvokalen kann daher schon deshalb nicht die Rede sein. Wir kennen ferner nur einen kleinen Bruchteil der tatsächlich jetzt existierenden Formen, sehr viele der vorliegenden Angaben sind unzureichend und mangelhaft und gestatten oft nichts als eine unverbindliche Wiedergabe; meist sind nur einzelne Stadien, nur höchst selten der ganze Entwicklungszyklus beobachtet und über die Variabilität der einzelnen Formenkreise wie über die Beziehungen der Formenkreise untereinander wissen wir so gut wie nichts. Was für die morphologische Charakterisierung gilt, gilt auch für die physiologische, wir wissen noch weniger davon.

Den Standpunkt, Alles getrennt zu führen, was sich nicht mit Sicherheit als „spezifisch“ oder „generisch“ zusammengehörig erweist, habe ich stets eingehalten. Es ist leichter irrtümlich Getrenntes bei zunehmender Kenntnis zu vereinigen als aus einem Sammelsurium von Formen die einzelnen Komponenten auszulesen. Es wäre verfehlt zu glauben, daß mit dieser Bearbeitung ein unter allen Umständen ausreichendes „Bestimmungsbuch“ für unsere Süßwasserformen vorläge. Vergleiche an Proben von Freilandmaterial verschiedener Herkunft ergaben, daß im günstigsten Falle ungefähr ein Drittel der einzellebenden Volvokalen mit den hier enthaltenen Beschreibungen und Figuren identifiziert werden konnte. Darum werde ich auch für alle Richtigstellungen und Mitteilungen, auch solche, die sich auf sicher vorhandene Ungenauigkeiten und Unrichtigkeiten in der Verwendung der so schwer übersichtlichen und erhältlichen Literatur beziehen, dankbar sein, soweit sie überhaupt von sachlichen Beweggründen getragen sind.

Dem vielfach geäußerten Wunsche, nicht nur die vollentwickelten Formen sondern auch die Entwicklungsstadien textlich wie bildlich mehr zu berücksichtigen, wurde in diesem Bande weitgehend Rechnung getragen. Hier zwang auch der Umstand dazu, daß die Volvokalen vielfach plastischer sind, als andere Formen. Für das immer bereitwillige Verständnis und die stete Geduld, mit der der Verleger der Süßwasserflora auf diese ständigen Erweiterungen und Verschiebungen einging, sei ihm auch hier aufrichtig Dank gesagt.

Prag, Dezember 1926.

A. P.

Berichtigungen:

Seite 80, Zeile 3 statt „geeigneten“: „geeigneteren“.

Seite 137, letzte Zeile statt „Spenochloris“: „Sphenochloris“.

Seite 176, Zeile 30 gehört das Wort *Chlamydella* fett.

Seite 308, Nr. 145 statt *Chlamydomonas* „*platyrhyncha*“: *Chlamydomonas* „*psendoplatyrhyncha*“.

Seite 308, Nr. 146 statt *Chl.* „*Korschikoffia*“: *Chl.* „*Korschikoffi*“.

Seite 328, Figurenerklärung statt „*Spenochloris irreolata*“: „*Sphenochloris urceolata*“.

Seite 436, letzte Zeile: „¹⁾“ gehört auf Seite 437 erste Zeile hinter das vierte Wort.

Seite 436, sublinea Note 1, drittes Wort statt „*Einwendung*“: „*Umwandlung*“.

Übersicht

Seite

Allgemeiner Teil zu den Chlorophyceen

1. Charakteristik	1
2. Die vorherrschend beweglichen Ausbildungen	2
a) Flagellatenform	2
b) Amöboide Form	3
3. Die vorherrschend unbeweglichen Ausbildungen	3
4. Vermehrung	5
5. Ruhende Stadien (Palmellen, Gloeocysten und Sporen)	7
6. Geschlechtliche Fortpflanzung und Phasenwechsel	11
7. Verbreitung und Vorkommen	12
8. Verwandtschaft der Chlorophyceen	14
9. Gliederung	15
10. Systematische Übersicht über die Ordnungen der Chlorophyceen	19

Volvocales

I. Allgemeiner Teil

1. Anordnung der Organe in einer Volvocenzelle	20
2. Gestalt der Volvocenzelle	23
3. Periplast, Membran und Gehäuse	25
4. Assimilationsapparat	28
a) Chromatophor	28
b) Pyrenoid	30
c) Stigma	33
d) Reduktion des Chromatophoren	34
5. Kern- und Geißelapparat	35
6. Kontraktile Vakuolen	39
7. Andere Zellinhaltskörper	39
8. Teilung	40
9. Koloniebildung	46
10. Unbewegliche Ausbildungen: Palmellen, Gloeocysten, Aplanosporen, Akineten	52
11. Geschlechtliche Fortpflanzung	58
a) Gametenbildung und Kopulation	58
b) Zygote und Reduktionsteilung	64
c) Phasenwechsel	67
12. Atypische Ausbildungen	68
13. Verwandtschaft	69
14. Umgrenzung der Volvocales innerhalb der Chlorophyceen	70
15. Systematik	71
16. Bestimmung und Untersuchung	73

17. Lebensweise, Ernährung und Kultur	Seite 77
18. Literatur	80

II. Spezieller Teil

Polyblepharidinae	85
Polyblepharidaceae	85
<i>Pyramimonadeae</i>	88
<i>Raciborskiellae</i>	107
<i>Polytomelleae</i>	109
Chlamydomonadinae	121
Sphaerellaceae	121
Chlamydomonadaceae	135
<i>Chlamydomonadeae</i>	136
<i>Coccomonadeae</i>	348
<i>Phacoteae</i>	355
<i>Polytomeae</i>	373
Gattungen unsicherer Stellung	403
Volvocinae	404
Spondylomoraceae	404
Volvocaceae	410
<i>Gonieae</i>	411
<i>Volvoceae</i>	422

Nachtrag zum speziellen Teile der Volvocales	471
Polyblepharidinae (<i>Pocillomonas</i>)	471
Chlamydomonadinae	472
Coccomonadeae (<i>Forticella</i>)	472

Anhang an die Bearbeitung der Volvocales	
(Zwischenformen zwischen Volvocales und Tetrasporales bzw.	
Protococcales)	475
<i>Chlorophysema</i>	476
<i>Malleochloris</i>	480
<i>Stylosphaeridium</i>	481
<i>Characiochloris</i>	485
<i>Hypnomonas</i>	487
<i>Nautococcus</i>	489
<i>Apiococcus</i>	495

Allgemeiner Teil zu den Chlorophyceen.

Von

A. Pascher.

Mit Abbildungen 1—19.

1. Charakteristik.

Als Chlorophyceen, Grünalgen im engeren Sinne des Wortes, wird eine sehr scharf umrissene Gruppe grüner Algen bezeichnet, deren bewegliche oder unbewegliche Ausbildungen rein grüne¹⁾ Chromatophoren haben, die echte Stärke bilden und deren Zellmembranen primär Zellulosereaktion zeigen. Ihre dauernd oder nur vorübergehend gebildeten beweglichen Stadien haben einen sehr charakteristischen Bau: im Prinzip eiförmige Monaden, im Querschnitte primär rund, mit meist zwei oder vier apikalen, symmetrisch



Fig. 1. a Schwärmer einer *Ulotrichale*, b *Carteria multifilis*, c vegetativer Schwärmer von *Ulothrix*, d männliche, e weibliche Schwärmer von *Udotea*, f Schwärmer einer siphonalen Grünalge.

1) Sie werden nach Säurezusatz nicht blaugrün.

zueinander orientierten, gleichlangen Geißeln. Diese bei einer Reihe von Grünalgen — den Volvocalen — als charakteristische Lebensform auftretenden Monaden werden auch bei den unbeweglichen Ausbildungen als vorübergehendes Stadium ausgebildet. Die unbeweglichen Ausbildungen sind einkernig oder vielkernig, einzellig oder vielzellig. Sowohl die vorherrschend beweglichen Ausbildungen, wie auch die vorherrschend unbeweglichen, mit geschlossenen Membranen versehenen Ausbildungen werden zusammen als Algenreihe der Chlorophyceen, Grünalgen im engeren Sinne, bezeichnet, die bei manchen englischen und amerikanischen Forschern den immer mehr abkommenden Namen Isokonten haben.



Fig. 2. Einzeln lebende Volvocalen und Chlorophyceenschwärmer; *a* Schwärmer einer *Microspora* (Fadenalge), *b* Mikrozoospore eines *Stigeoclonium* (verzweigte Fadenalge), *c* *Chlamydomonas*, *d* Gamete von *Ulothrix*.

2. Die vorherrschend beweglichen Ausbildungen.

a) Flagellatenform.

Sie treten wie bereits erwähnt als charakteristische vegetative Lebensform — als Flagellaten — oder als nur vorübergehend gebildete Stadien — als Schwärmer, Zoosporen — auf. Ihre zwei oder vier¹⁾, in manchen Fällen modifizierten Geißeln inserieren vorne, sind gleichlang, haben ein stärkeres Basal- und ein feineres Endstück. Sie stehen in Paaren, bei zwei Paaren kreuzständig zueinander. Vorne liegen bei den Süßwasserformen zwei, seltener mehr kontraktile Vakuolen; seltener sind die Vakuolen „regellos“ im Protoplasten verteilt; mehr oder weniger zentral der Zellkern. Ferner ist im primär ei- bis birnförmigen Protoplasten ein großer rein grüner Chromatophor, der manchmal zerteilt ist und meist ein in den Chromatophoren eingesenktes Pyrenoid, an dem die Stärke in der Form von schalenförmig zusammenschließenden Stücken, seltener mehr unregelmäßig abgeschieden wird. Oft ist ein Stigma vorhanden. Der Protoplast ist oft, bei den nur vorübergehend ausgebildeten beweglichen Stadien sonst unbeweglicher Grünalgen immer

1) Bei den Oedogoniaceen und Derbesiaceen viele, doch ebenfalls im gleichen Sinne angeordnete Geißeln, vielleicht ebenfalls in Paaren.

nackt, oder behäutet. Die Membran besteht primär aus Zellulose, wird aber meist sehr bald in verschiedener Weise modifiziert. Es kommen auch Gehäuse, Schalen und Panzerbildungen vor.

b) Amöboide Form.

Bei den Chlorophyceen treten gelegentlich statt der Flagellatenstadien, amöboide Formen auf, die durch Amöboidwerden der Flagellatenstadien zustande kommen. Solche amöboide Stadien, die bei völligem Geißelverlust mittels Pseudopodien kriechend sich bewegen, sonst aber kontraktile Vakuolen und Stigma behalten, können sich auch durch Aufnahme verschiedener Organismen animalisch ernähren.



Fig. 3. Eine vorherrschend im Gallertumhüllten unbeweglichen Stadium lebende, den Volvocalen nahestehende Grünalge — *Tetraspora*. a, b verschiedene Teilungsstadien, e als Schwärmer ausgetretene Zellen (nach Reinke).



Als solche amöboide Stadien treten gelegentlich noch die vegetativen Schwärmer verschiedener Algen (*Tetraspora*, *Stigeoclonium*, einer *Aphanochaete*-artige Alge) auf, wie auch Gameten (*Chlamydomonas*, *Draparnaldia*) (Fig. 5). Die aus solchen amöboiden Gameten hervorgegangenen Zygozoosporen bewegen sich ebenfalls noch eine Zeitlang amöboid, bis sie sich encystieren. Animalische Ernährung zeigt normalerweise die wahrscheinlich zu den Volvocalen gehörige Monade *Collodictyon*.

3. Die vorherrschend unbeweglichen Ausbildungen.

Sie kommen bei den beweglichen Ausbildungen — der Flagellatenorganisation der Chlorophyceen: den Volvocalen oder Phytonadinen — nur gelegentlich als Sporen oder als gallertumhülltes,

vorübergehend gebildetes, Ruhestadium vor, sind aber für die anderen Reihen der Grünalgen die charakteristische Lebensform.

Die unbeweglichen Ausbildungen treten in zwei Formen auf. Bei der einen zeigen die Zellen oft noch weitgehend den Flagellatenbau: Stigma, kontraktile Vakuolen, manchmal auch noch die Geißeln. Sie sind aber meist allseitig von Gallerte umgeben. Feste Membranen treten für gewöhnlich nicht auf, außer wenn es innert der Gallerte zur Sporenbildung kommt. In diesen Gallert-hüllen erfolgt lebhaft Teilung, wobei die Tochterzellen wieder Gallertschichten bilden, so daß entsprechend den aufeinanderfolgenden Teilungen ein ganzes System von Zellen entstehen kann, die in die sukzessive aufeinanderfolgenden Gallertschichten eingebettet sind. Die Gallertbildung kann dabei in mannigfacher Weise abgewandelt sein. Gelegentlich treten die Protoplasten als bewegliche Flagellatenstadien, Schwärmer, heraus (Fig. 3).

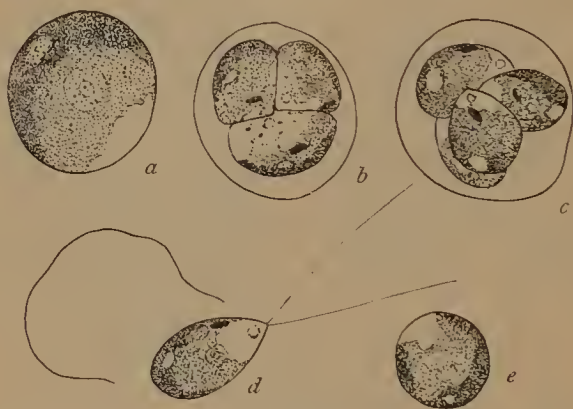


Fig. 4. *Chlorococcum* spec. a vegetative Zelle, b Teilung des Protoplasten, c die Teilstücke haben sich in Schwärmer verwandelt, d Aus-treten der Schwärmer, e zur Ruhe gekommene Schwärmer, der wieder eine *Chlorococcum*-zelle bildet.

Bei der anderen unbeweglichen Ausbildung ist der Protoplast mit einer festen, aus einem Stücke bestehenden Membran¹⁾ umschlossen, die allerdings gelegentlich verschleimen kann. Kontraktile Vakuolen sind bei einzelnen Formen noch erhalten. Der Chromatophor ist der gleiche wie bei der beweglichen Ausbildung, hat ebenfalls oft das Pyrenoid und immer Stärke. Der Farbstoff ist wie bei den Volvocalen Chlorophyll (wahrscheinlich das gleiche wie bei den höheren Pflanzen).

Diese behäuteten Zellen treten, rein deskriptiv dargestellt, in zwei Formen auf. In einer einkernigen Ausbildung. Diese Zellen leben isoliert oder sind in verschiedener Weise durch verschiedene Einrichtungen kolonial vereinigt oder aber sie bilden fadenförmige einfache oder verzweigte Verbände.

1) Ausnahme zwei Formen (*Microspora* und *Binuclearia*). Bei der Schwärmerentleerung reißt bei manchen Formen die Membran mit einem Querriß auf.

Und in einer vielkernigen Form. Dann bildet entweder die einzige Zelle den ganzen Körper der Alge oder aber er ist aus mehreren bis vielen solcher vielkernigen Zellen aufgebaut.

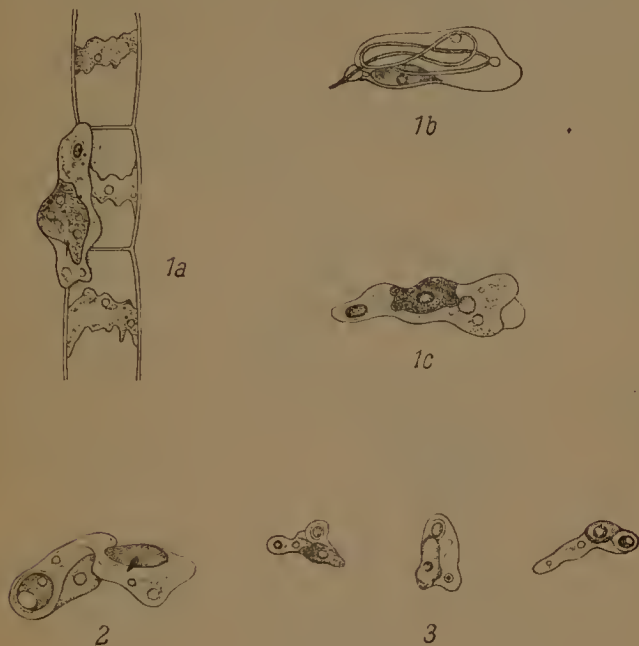


Fig. 5. Amöboide Stadien bei Chlorophyceen. 1. Makrozoosporen von *Stigeoclonium*, a mit aufgenommener Protococcale, b mit aufgenommener *Oscillaria*; 2. amöboide Gameten von *Draparnaldia*; 3. Makrozoosporen von *Tetraspora*.

4. Vermehrung.

Die beweglichen Flagellatenausbildungen vermehren sich primär immer durch Längsteilung, die allerdings bei manchen Formen — siehe den allgemeinen Teil zu den Volvocalen — bei behäuteten Gattungen durch Drehung der Protoplasten innerhalb der Hülle zur Querteilung werden kann. Die unbeweglichen Ausbildungen, soweit sie nur Gallertznstände der beweglichen Flagellatenzustände darstellen, zeigen im Prinzip die gleiche Erscheinung. Daß bei der gallertumhüllten, unbeweglichen Ausbildungen die Protoplasten leicht als Schwärmer austreten können, wurde bereits erwähnt.

Bei den mit einer festen Membran umgebenen Formen erfolgt die Vermehrung unter Zurückgreifen auf das Flagelladenstadium, indem vorübergehend bewegliche Schwärmer vom Aussehen der charakteristischen Volvocalenorganisation gebildet werden. Entweder tritt der Inhalt der Zelle direkt als Schwärmer — Zoospore — aus, der in bezug auf seine Morphologie mit den einzeln lebenden Volvocalen völlig übereinstimmt, oder aber es gehen der Schwärmerbildung Teilungen des Protoplasten voraus und jedes Teilprodukt

wird dann zu einem Schwärmer. Die unbewegliche Zelle wird dadurch zum Zoosporangium. Die Schwärmer schwärmen nicht lange, kommen zur Ruhe und umgeben sich unter Verlust der Geißeln, meist auch der kontraktilen Vakuolen und des Stigmas wieder zu einer unbeweglichen Algenzelle (Fig. 4).

Dieser Umweg über die Schwärmer wird aber allmählich verlassen: die Protoplasten treten nicht mehr als Schwärmer aus der Zelle aus, sondern umgeben sich bereits innert der Mutterzelle mit Membran, sie überschlagen das Schwärmerstadium mit der Zeit völlig. Die Mutterzelle entleert dann nicht die beweglichen



Fig. 6. *Chlorella*, eine einzellige Grünalge, bei der die Teilstücke des Protoplasten nicht mehr als Schwärmer austreten, sondern noch innerhalb der Hüllenzelle zu völlig behüteten Zellen werden.

Fig. 7. *Bohlinia* bildet, *a*, ohne Schwärmerbildung vier bereits mit allen Anhangseinrichtungen versehene Tochterzellen, die durch einen Riß der Mutterzellhaut austreten (*b*). Die Tochterzellen entsprechen den Schwärmern von *Chlorococcum* (aus Oltmanns).

Schwärmer, sondern die bereits in der Mutterzelle zu kleinen Zellen gewordenen Schwärmer (Autosporenbildung) (Fig. 6, 7). Die Autosporen wachsen direkt zu vegetativen Zellen heran. Bleiben diese Autosporen durch die Membran der Mutterzelle zusammengehalten, ohne daß sie austreten, lagern sie sich in bestimmter Weise polar übereinander, um sich dann wieder zu teilen und wieder gleich orientierte Autosporen zu bilden, so entsteht ein System hintereinander gereihter, in die sukzessiv gebildeten Membranen eingeschachtelter Zellen, der Zellfaden (Fig. 9).

Bei einer Reihe von Grünalgen trennen sich nach der Kernteilung die Protoplasten nicht voneinander, sondern vergrößern sich nur, es entsteht auf diese Weise mit der Zeit eine mächtige Plasmamasse mit vielen Kernen und vielen Chromatophoren, die von der bei jeder Teilung entsprechend an Größe zunehmenden Membran eingeschlossen werden. Es entsteht dadurch die früher erwähnte vielkernige Ausbildung der unbeweglichen Zelle, die

natürlich nicht einer einkernigen Zelle, sondern einem ganzen Verbande einkerniger Zellen gleichwertig ist.

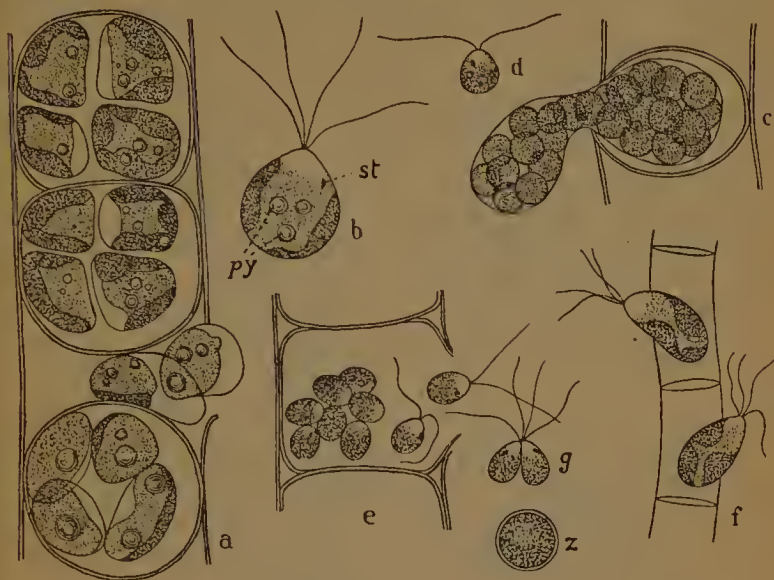


Fig. 8. Schwärmerbildung bei zwei *Ulothrix*-arten. *a—d Ulothrix zonata*, *b* vegetativer Schwärmer, *c—e* Gameten, *g* und *z* Kopulation und Zygote, *f* Bildung vegetativer Schwärmer bei *Ulothrix tenerrima* (nach West).

5. Ruhende Stadien

Fast alle Chlorophyceen (bewegliche wie unbewegliche Ausbildungen, mit Ausnahme der vielkernigen Reihlen, sind imstande), auf verschiedene Weise die bereits erwähnten gallertumhüllten Zustände zu liefern. Die beweglichen Formen kommen zur Ruhe, bilden mehr oder minder Geißeln, Vakuolen und Stigma zurück, und umgeben sich mit einer Gallertschicht. Bei den Teilungen bildet jede Zelle neue Gallertschichten, so daß vielfach ineinandergeschachtelte Gallertsysteme entstehen. Behäutete Formen wie auch fadenförmigen können ihre Verbände lockern. Die Membranen verschleimen dabei, oft sind Ansätze zur Schwärmerbildung vor-

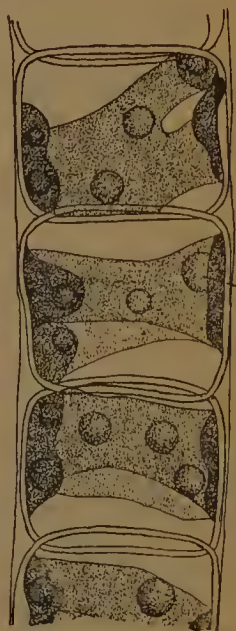


Fig. 9. Stück eines *Ulothrix*-Fadens. Die fadenförmige Aneinanderreihung der Zellen, zugleich aber ihre relative Selbständigkeit deutlich zu sehen (nach West).

handen (es sind nicht selten Stigmen und Vakuolen zu beobachten). Auch hier erfolgt reichliche Vermehrung in der bereits angegebenen Form. Man bezeichnet als *Gloeocystis*-stadium die Ausbildungen mit deutlichen Schichten, als *Palmellen*, die mit undeutlichen Schichten oder ganz ohne Schichtung (Fig. 10).



Fig. 10. *Gloeocystis*-stadium einer *Chlamydomonas* (*Chl. Brauni*). Reichliche Teilungen, bei denen jede Zelle sich mit einer eigenen Gallerthülle umgibt. Dadurch entstehen die charakteristischen geschichteten Gallerten (nach Goroschankin).

Aus dem Gesagten ist klar, daß nur die Kenntnis der Entwicklungsgeschichte über die Stellung solcher Formen entscheiden kann. Die Sache kompliziert sich dadurch, daß es eine Reihe von Grünalgen gibt, deren normale Ausbildung eben diese *Gloeocysten*



Fig. 11. Aplanosporenbildung: der Inhalt der beweglichen *Chlamydomonas*-Zelle (*Chl. subcaudata* Wille) hat sich innerhalb der Membran der Zelle zusammengezogen und unter Ausbildung einer neuen Membran eine kugelige Spore gebildet (nach Wille).

oder *Palmellen* sind, die nur mehr zu Zwecken der Vermehrung oder der geschlechtlichen Fortpflanzung zu den beweglichen Flagellatenstadien zurückkehren.

Derbuhnhüllte Dauerzustände (Sporen), die der Alge das Bestehen ungünstiger Zeiten ermöglichen können, werden in zweierlei Weise ausgebildet (ganz abgesehen davon, daß auch die *Palmella*- und *Gloeocystis*-ausbildungen bis zu einem gewissen Grade als Schutzeinrichtungen fungieren können).

Bei den nackten Flagellatenausbildungen rundet sich der Protoplast unter Aufgabe der Geißeln, der kontraktilen Vakuolen und des Stigmas ab und umgibt sich mit einer derben Membran. Ist die Monade behäutet, dann tritt der Protoplast entweder vorher als nackter Schwärmer aus, um dann die derbwandige, ruhende Zelle zu bilden, oder aber er tritt nicht mehr aus und zieht sich noch innerhalb seiner Hülle kugelig zusammen, um die derben Membranen auszubilden. Das kann mit oder ohne vorhergehende Teilung geschehen. Ganz analog dazu verhalten sich die behäuteten unhebeweglichen Formen. Auch hier tritt der Inhalt in der Form eines oder mehrerer Schwärmer aus, um sich nach kurzer



Fig. 12. Aplanosporenbildung bei *Ulothrix*. Der Inhalt einer Zelle hat sich zusammengezogen und mit einer derben, mehrschichtigen Sporenhaut umgeben. Die Spore wird durch Verschleimen und Aufreißen der Membran der Mutterzelle frei (nach West).

Schwärmzeit zu einer derbhäutigen Spore umzuwandeln, oder diese Sporenbildung wird bereits innerhalb der Membran vorgenommen. Es liegen dann innerhalb der Membran eine oder mehrere derbwandige Sporen. Diese Form der Sporen wird als Aplanosporen bezeichnet. (Fig. 11, 12).

Nach einiger Ruhezeit keimen diese Sporen in der Weise aus, daß sie aufquellen und ihr Inhalt mit oder ohne Teilung in der Form eines oder mehrerer Schwärmer austritt, die wieder zum typischen Organismus, sei es eine Monade, sei es eine behäutete Algenzelle, heranwachsen.

Nicht verwechselt mit den Aplanosporen dürfen werden: die Akineten. Sie werden bei behäuteten Formen in der Weise gebildet, daß die Membran der Zelle mit für die Bildung der Sporen-

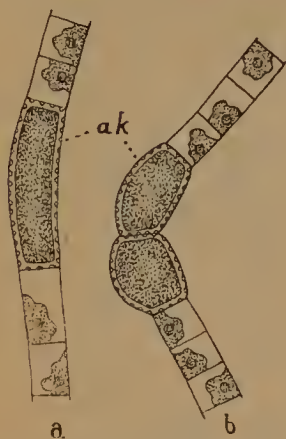


Fig. 13. Akinetenbildung bei *Ulothrix idiospora* (nach West).

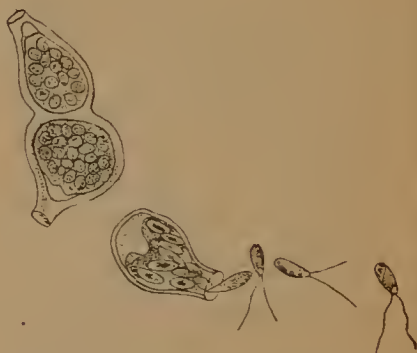


Fig. 15. Akineten von *Trentepohlia*. Entleerung der Schwärmsporen.

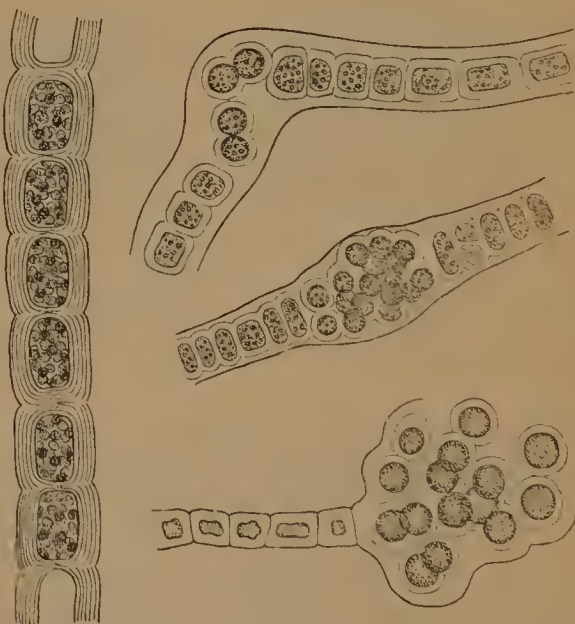


Fig. 14. *a* Umwandlung aller Zellen eines Fadens zu Akineten; der ganze Faden wird gewissermaßen zur Akinete, *b, c, d* pamelloide Auflösung eines Fadens.

wand verwendet wird. Hier erfolgt also die Bildung der Spore nicht innerhalb der Zelle durch Enzystierung des Protoplasten in der Zelle, sondern dadurch, daß sich die

Zelle selber durch Verdickung ihrer bereits vorhandenen Membran in eine Spore umwandelt (Fig. 13, 14).

Eine eigene Form der Sporenbildung haben einige vielkernige Algen. Der vielkernige Protoplast zerfällt bei ihnen in einzelne mehrkernige Teile, die sich mit einer derben mehrschichtigen Membran umgeben, die natürlich innerhalb der Haut der vielkernigen Zelle zu liegen kommen.

Im allgemeinen sind alle Sporen der Chlorophyceen gleich gebaut. Sie haben eine zwei- bis dreischichtige, aus einem Stücke bestehende, völlig geschlossene Membran, deren innere Schicht sehr dünn ist und Zellulosereaktion gibt, während die äußere derbe, oft skulpturiert, oft rotbraun verfärbt, keine solche mehr gibt. Im Protoplasten der Spore finden sich immer eingelagert Öltropfen, die durch Hämatochrom oft intensiv rot gefärbt sind.

6. Geschlechtliche Fortpflanzung und Phasenwechsel.

Im Prinzip tritt bei allen Chlorophyceen Kopulation von Schwärmern oder ihren Folgeausbildungen auf. Bei den nackten Monaden der Volvocalenreihe wurde Kopulation der normal vegetativen Flagellatenzelle beobachtet. In einigen Fällen kopulieren hier kleinere Stadien. Bei den behäuteten Monaden der Volvocalen werden in den meisten Fällen kleinere Schwärmer gebildet, die, nackt oder behäutet, miteinander verschmelzen. Häufig weisen sie trotz bedeutender Größenvariation keine konstanten Geschlechtsunterschiede auf, oft ist aber ein solcher Unterschied zwischen weiblichen und männlichen Schwärmern bereits sehr deutlich, bis schließlich Formen resultieren, bei denen ein großer Schwärmer, das Ei, mit einem sehr kleinen, dem Spermatozoid, kopuliert. In extremen Fällen ist der weibliche Geschlechtsschwärmer völlig unbeweglich geworden und wird von den Spermatozoiden aufgesucht: typische Eibefruchtung.

Was hier für die Flagellatenreihe gilt, gilt auch für die behäuteten unbeweglichen Ausbildungen; auch bei ihnen sind alle Übergänge von der Kopulation annähernd gleicher Schwärmer über sehr ungleiche Schwärmer, bis zu jenen Endstadien vorhanden, in denen der weibliche Schwärmer die Zelle gar nicht mehr verläßt, keine Lokomotionsorgane mehr ausbildet und durch die durch eine Öffnung eindringenden Spermatozoiden befruchtet wird.

Die durch die Verschmelzung der beiden Zellen gebildete Zelle, die Zygote, wächst bei den Chlorophyceen nicht sofort zu einem neuen Individuum heran, — auf eine andere Möglichkeit komme ich später zu sprechen — sondern es schiebt sich hier ein Sporenstadium ein, daß den ungeschlechtlichen Sporen, speziell den Aplanosporen sehr ähnlich ist, dieselben mehrfachen Membranen und die gleichen Öl- und Fetteinlagerungen hat. Bei der Keimung werden aus der Zygote entsprechend der Reduktionsteilung vier Schwärmer gebildet, die dann zu normalen Individuen heranwachsen.

Bei manchen Reihen aber werden von den vier bei der Zygotenkeimung gebildeten Keimen zwei oder drei rückgebildet, so daß eine solche Zygote dann schließlich nur einen Keim in der Form eines Schwärmers ausbildet.

Darnach gestaltet sich der Phasenwechsel der Chlorophyceen anscheinend sehr einfach. Der Organismus ist haploid, diploid ist nur die Zygote, in der aber die Reduktionsteilung vorgenommen wird.

Es ist aber fraglich, ob diese Form des Phasenwechsels bei allen Chlorophyceen zutrifft. Ganz abgesehen davon, daß es mir fast sicher erscheint, daß einzelne Chlorophyceen neben ihrer normalen haploiden Ausbildung auch gelegentlich diploide und vielleicht noch höhere Kernwertigkeit haben können, so scheinen mir auch bei den Chlorophyceen Anzeichen vorzuliegen, daß auch hier in bezug auf Kernwertigkeit rassenmäßige Verschiedenheiten statthaben konnten, (von Gelegenheitsbildungen abgesehen). Es besteht ferner die Möglichkeit, und mir scheint das fast sicher zu sein, daß speziell unter den vielkernigen Reihen der Siphonalen und Siphonocladialen es Gattungen gäbe, bei denen die vegetative Phase die diploide wäre¹⁾. Hier keimen die Zygoten nach den vorliegenden Angaben direkt zu neuen Individuen aus, die Sporenbildung erscheint hier verschoben (nicht selten werden die Gametangien als Sporen entwickelt); die ganze Frage bedarf dringendst der Untersuchung, vielleicht um so mehr, als es andererseits wieder Siphonalen und Siphonocladialen gibt, die, soweit bekannt, bestimmt haploid sind (Cladophoraceen, Vancheriaceen).

Sehr viele Chlorophyceen scheinen die geschlechtliche Fortpflanzung unterdrückt zu haben, dies gilt, falls nicht noch die bis jetzt in keiner Weise ausgeschlossene, meiner Ansicht für manche Formen wahrscheinliche Autogamie bei ihnen erwiesen wird, für die autosporinen Protococcalen, die die Schwärmstadien völlig rückgebildet haben und dafür Autosporen bilden.

7. Verbreitung und Vorkommen.

Die Chlorophyceen kommen sowohl im Meere wie auch im Süßwasser vor. Doch trifft dies nicht für alle Ordnungen der Chlorophyceen gleichmäßig zu, sondern sie zeigen darin ganz scharf ausgeprägte Gegensätze. Ganz allgemein kann gesagt werden, daß die siphonale, vielkernige Organisation vorherrschend im Meere entwickelt ist, die monergide, einkernige, abgesehen von der Flagellatenordnung der Volvocales, im Süßwasser.

Von den Siphonalen sind nur zwei Gattungen im Süßwasser entwickelt; die andere ungemein reiche und weit vorgeschrittene Entwicklung der Siphonalen ist ausschließlich marin.

Dasselbe gilt auch für die Siphonocladialen, die ebenfalls ihre reichste und ungemein vielgestaltige Ausbildung im Meere haben, im Süßwasser aber nur durch zwei Familien, die Cladophoraceen — diese ebenfalls im Meer — und die Sphaeropleaceen — diese ausschließlich im Süßwasser — vertreten sind.

Dagegen kommen die Protococcalen fast ausschließlich, vor allem soweit sie planktonisch leben, im Süßwasser vor. Protococcalenplanktonen fehlen dem Meere völlig — die bislang zu den Protococcalen gestellten marinen Gattungen *Halosphaera* und *Meringosphaera* haben sich als Heterokonten erwiesen — im Süßwasser bilden sie

1) In der letzten Zeit hat Korschikoff eine diploide protococcale Gattung nachgewiesen.

dagegen ein Hauptkontingent des Planktons und haben es zu einer ganz außerordentlichen Formenfülle gebracht.

Tetrasporalen wie Volvocalen sind im Meere wie im Süßwasser gleichmäßig formenreich entwickelt; nur sind die kolonialen Volvocalen ausschließlich Bewohner des Süßwassers, die nackten Polyblepharidinen, mehr im Meere und im Süßwasser weniger entwickelt.

So ergeben die Chlorophyceen bzw. ihre Verbreitung im Süßwasser wie im Meere kein gleichmäßiges Bild.

Eine Reihe von Chlorophyceen ist aerophil geworden und lebt nicht im liquiden Wasser. Es ist dies bei uns eine ganz charakteristische Gesellschaft, zu der auch Diatomeen, Heterokonten, Blaualgen gehören. Von den Chlorophyceen beteiligen sich hauptsächlich Gattungen unter der Ordnung der Protococcales, einige Volvocales (*Chlamydomonas*) und bestimmte Fadenalgen daran. Die meisten tragen ohne weiters Austrocknen, das Plasma zieht sich in der Zelle zusammen. Andere leben in Gallertlagern (*Coccomyxa*). Auch makroskopische Erdalgen gehören hierher (*Protosiphon*, *Trentepohlia*, *Vaucheria*). Bemerkenswert sind jene Luftalgen, die epiphytisch auf Blättern leben und in den Tropen am reichsten entwickelt sind: *Trentepohlia*, *Phykopeltis* usw., während wir nur sehr wenige Formen davon haben.

Wie verschiedene Algologen gezeigt haben, lebt auch in der Erdkrume eine Reihe von Chlorophyceen (Fritsch, Bristol, Jacobsen, in letzter Zeit Yakimoff und seine Schule). Hier sind auch die Algen des gefärbten Schnees zu erwähnen, zu denen vor allem Volvocalen (*Chlamydomonas nivalis* und andere Arten, *Pteromonas nivalis*) dann einige Protococcalen (*Rhaphidium* und Fadenalgen, *Rhaphidonema*) gehören. Außerdem einige Desmidiaceen (ein *Cosmarium*, *Ancylonema*) Blaualgen, Dinoflagellaten (*Gymnodinium Pascheri*) und Bakterien, die Färbungen des Schnees verursachen.

Der Umstand, daß bestimmte Algen auf bestimmten Algen oder anderen Organismen in fast absoluter Regelmäßigkeit leben (*Chaetonema* auf *Batrachospermum*, *Thamniochaete* auf *Oscillaria*, bestimmte *Characien* auf bestimmten Algengruppen, ebenso bestimmte festsitzende *Tetrasporalen*, *Chlorangium* auf Krebsen wie auch gewisse *Protococcalen* auf bestimmten Substraten, legt nahe, daß bestimmte ernährungsphysiologische Beziehungen obwalten werden. Aber bestimmte Grünalgen sind weiter in die Gewebe oder in die Zellen anderer Organismen vorgedrungen und leben hier wohl in allen Übergängen vom Raumparasitismus zum echten Parasitismus: z. B. *Endosphaera* im Gewebe von *Lemna*, *Rumex*, *Mentha*, *Lysimachia*, *Ajuga*, *Erythraea*, *Cardamine*, *Sparganium* und *Sphagnum* und erzeugen hier oft gallenartige Wucherungen. Weiter z. B. *Entoderma*, die in der Membran von *Cladophora* lebt, von dem eine andere Art in den Blättern von *Zostera* vorkommt usw. Sehr merkwürdig sind die Formen, die weitgehend Muschelschalen oder Kalkgestein perforieren können: *Tellamia*, *Gomontia*). Ja man hat Grünalgen als „Symbionten“ an Säugetieren gefunden: grüne Algen in den Haaren des Faultieres.

Ebenso beteiligen sich viele Grünalgen bei der Bildung der Flechten (Protococcalen, Ulotrichalen), andere leben symbiontisch in Spongien, Ciliaten, Würmern, Polypen und werden unter dem biologischen Terminus Zoochlorellen zusammengefaßt.

8. Verwandtschaft der Chlorophyceen.

Die in dem angenommenen Umfange so einheitlichen Chlorophyceen weisen zu anderen Algenreihen, die mit Flagellaten nachweisbar in morphologischer Übereinstimmung stehen, keinerlei verwandtschaftliche Beziehungen auf. Flagellatenorganisationen mit dem typischen Bau der Volvocalen, mit terminalen, gleichen Geißeln, radiärem Baue, reingrünen Chromatophoren und echter Stärke treten bei keiner anderen Algenreihe mehr auf.

Die Gruppen der Heterokonten und Chrysophyceen schalten von vorneherein wegen ihrer anderen Schwärmerform, dem anderen Farbstoffgemenge in den Chromatophoren, dem Mangel an Stärke und dem Besitze von Leukosin, der Zweischaligkeit der Membran, der endogenen Bildung von Sporen, deren Membran sich immer aus zwei Stücken zusammensetzt, von vorneherein aus.

Die Cryptomonaden haben einen anderen Bau der Zelle und der Geißel und außerdem freie Pyrenoide, während die Volvocalen und auch die Schwärmer der zellulären Chlorophyceen in den Chromatophoren eingesenkte Pyrenoide haben.

Desmomonaden und Dinoflagellaten resp. die auf sie zurückgehenden Algenreihen kommen aus gleichen Gründen für eine derartige Erörterung nicht in Betracht.

Mit den Rhodo- und Phaeophyceen gibt es keinerlei Beziehungen. Man hat einmal versucht, die Prasiolaceen unter den Chlorophyceen in Beziehung zu setzen mit den Bangiales unter den Rhodophyceen; es handelt sich hier vielleicht um ganz sekundäre Analogien; neue Untersuchungen sind notwendig.

Auch die Charophyten werden von einigen Autoren in Zusammenhang mit den Chlorophyceen gebracht, ja direkt mit ihnen vereinigt. Es ist in keiner Weise irgendein Beweis dafür zu erbringen, die Charophyten sind zu sehr abgeleitet und isoliert.

Möglicherweise sind die Conjugaten mit den Chlorophyceen verwandt. Nicht in dem Sinne eines direkten Seitenzweiges der Chlorophyceen selbst, sondern in dem Sinne, daß sich die Conjugaten, die ja ebenfalls zwei konvergente, vielleicht gar nicht näher miteinander verwandte Gruppen umschließen, aus einer mit den Chlorophyceen gemeinsamen Wurzel entwickelt haben und bei ihnen für den Verlust der beweglichen Gameten die Kopulation der ganzen Gametangien eingetreten sei.

Die Conjugaten scheinen zu den Chlorophyceen dieselbe Stellung einzunehmen wie die Diatomeen zu den Chrysophyceen.

Es entspricht einer häufig geäußerten Anschauung, die Chlorophyceen mit den Phykomyceten in Beziehung zu bringen und letztere mehr oder weniger als apochromatische Chlorophyceen aufzufassen. Ganz abgesehen davon, daß die Phykomyceten sehr verschiedenartiges, nicht Zusammengehöriges umfassen und wahrscheinlich auf ganz verschiedene Ausgangspunkte zurückgehen — ich verweise auf die Chytridialen die wie erst Scherffel in der letzten Zeit dargelegt hat, viel engere Beziehungen zu den farblosen Flagellaten als den anderen Phykomyceten aufweisen, ist für keinen einzigen Phykomyceten ein Nachweis zu erbringen, der irgendwie für eine engere Verwandtschaft mit den Chlorophyceen spräche. Die Asko- und Basidiomyceten stehen hier außer aller Diskussion, hier versagt die übliche Methode Beziehungen her-

zustellen. Trotzdem werden die Chlorophyceen samt den Heterokonten, den Charophyten und den sämtlichen so inhomogenen Pilzen von einem Autor zum „Stamme“ der „Euthallophyta“ zusammengefaßt.

Die Annahme, daß die heute lebenden Sproßpflanzen, direkt oder indirekt auf Chlorophyceen zurückgehen, ist mehr der Ausdruck eines Wunsches nach Einheitlichkeit der Genese als wissenschaftliche Annahme. Gerade die Chlorophyceen machen auch aus anderen Gründen den Eindruck einer in voller Entwicklung begriffenen relativ jungen Reihe.

9. Gliederung der Chlorophyceen.

Entsprechend den bereits erwähnten Ausbildungsweisen ergibt sich eine Gliederung, die derzeit allgemein für die Chlorophyceen aufrecht erhalten wird, obwohl sie vielleicht den tatsächlichen Verwandtschaftsbeziehungen nicht entspricht. Die Gliederung wird dadurch erleichtert, daß gerade bei den Chlorophyceen die Beziehungen zwischen der Flagellatenreihe und der zellulären Ausbildung besonders klar sind und am allerersten erkannt und konsequent zum Ausdrucke gebracht wurden in der Weise, daß die Flagellatenausbildungen — die Volvocales — an den Grund der Chlorophyceen gestellt wurden. Die nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den Volvocales und den unbeweglichen behäuteten Grünalgen ergaben sich vor allem bereits daraus, daß die Schwärmstadien der letzteren mit den einzelnen lebenden Volvocales so sehr übereinstimmen, daß es im gegebenen Falle unmöglich ist, zu entscheiden, welches von beiden vorliegt. Und dann, weil hier alle möglichen Übergänge von der beweglichen Ausbildungsweise zur unbeweglichen vorhanden sind.

Volvocales.

An den Grund der Chlorophyceen werden die Formen gestellt, die den größten Teil ihres Lebens als bewegliche Monaden verbringen, deren Protoplast entweder nackt oder mit einer differenzierten, deutlich abgesonderten Hülle versehen ist. Sie leben einzeln oder in Kolonien, die in ihren extremsten Ausbildungen völlig den Eindruck von Individuen höherer Ordnung machen. Farblose Formen haben sich ausgebildet. Bei vielen Formen ist die Neigung in Palmella- oder Gloecystis-artige unbewegliche Stadien überzugehen sehr groß.

Tetrasporales.

Diese Neigung geht bei einer Reihe von Volvocales soweit, daß sie normalerweise überhaupt nur in diesen Gallertlagern leben und nur mehr zu Zwecken der geschlechtlichen Fortpflanzung oder der Verbreitung die beweglichen Monadenstadien ausbilden: ihr ganzes vegetatives Leben hat sich eben auf diese Gallertstadien verschoben. Diese Ordnung umfaßt natürlich nur die konvergenten Ausgliederungen verschiedener Volvocales. Von formunbestimmten Gallertlagern ergeben sich alle Übergänge zu mehr oder weniger bestimmtgeformten Lagern, die oft charakteristische Zellenanordnung, Gallertdifferenzierungen und eigenartige Organe wie die Gallertgeißeln haben, deren Funktion und Genese wir noch nicht ordentlich kennen.

Protococcales.

Hier sind die einkernigen Protoplasten, die bis auf den Mangel der Geißeln, meist, doch nicht immer auch der kontraktilen Vakuolen und des Stigmas völlig die Zellorganisation der typischen Volvocellen haben, von einer zunächst zarten, zellulosehaltigen Membran umgeben, die sich später chemisch verändert und oft verstärkt. Niemals teilt sich die Zelle einfach in zwei Zellen, immer teilt sich der Protoplast in zwei oder vier doch auch mehr Teilstücke durch und diese treten dann in der bereits angegebenen Weise als Schwärmer heraus, um nach kürzerer oder längerer Schwärmzeit bewegungslos zu werden und wieder eine behütete Zelle zu bilden. Oder die Teilstücke treten nicht mehr als Schwärmer aus und umgeben sich ohne die Schwärmerorganisation ausgebildet zu haben, noch in der Mutterzelle mit Membran und werden erst jetzt entleert (Autosporen). Darnach lassen sich zoosporene und autosporene Formen unterscheiden. Die Organismen dieser Reihe leben einzeln oder bilden mannigfache Kolonien. Viele neigen dazu, ihre Membran verschleimen zu lassen und sekundäre Palmellen oder Gloeocysten zu bilden. Die kolonialen Formen haben ihre Vermehrung bereits auf die Koloniebildung eingestellt. Die Tochterzellen ordnen sich häufig noch in der Mutterzelle zu Tochterkolonien zusammen. Fädige Vereinigungen mit ausgesprochen polarer Anordnung der Zellen kommen nicht vor.

Ulotrichales.

Die Zellen sind in fadenförmiger Anordnung vereinigt. Die Fäden sind frei oder festsitzend, verzweigt oder unverzweigt. Bei der Teilung werden zwei Tochterzellen gebildet, die sich in der Mutterzelle behüten und in der Richtung des Fadens übereinander zu liegen kommen. Daneben auch Schwärmerbildung, geschlechtliche Fortpflanzung in verschiedener Weise und Aplanosporen- wie auch Akinetenbildung. Bei den Ulotrichalen ist oft eine außerordentlich formenreiche Differenzierung der Schwärmer vorhanden: es gibt Gattungen, bei denen ein Schwärmertyp die vegetative Vermehrung unter direkter Keimung besorgt, ein anderer mehr zur Aplanosporenbildung und verzögerter Keimung neigt, ein dritter der Träger der Geschlechtsfunktion ist.

Sie sind auch vegetativ ungemein reich gegliedert, zeigen auch Ausgliederung von Rhizoiden, Hauptästen und Seitenästen (Fig. 16, 17). Andere leben mehr als kriechende Fäden oder Sohlen¹⁾. Darunter zahlreiche Epiphyten in allen Übergängen zu echten Parasiten. Eine Reihe von ihnen löst die fädigen Verbände anscheinend wieder auf und lebt in normaler Ausbildung mehr als Einzelzelle.

Viele neigen zur Bildung von Gloeocysten und Palmellen unter Auflösung ihres Fadenzusammenhangs.

Vielkernige Ausbildungen.

In ungemein reicher Entwicklung vorhanden. Hier trennen sich beim vegetativen Wachstum die Protoplasten bei der Teilung

1) Eine kleine Seitenreihe teilt die Zellen auch wiederholt der Länge nach; es entstehen auf diese Weise durch radiäres Auseinanderweichen der Zellen von der Längsachse zunächst Röhren, deren Wand aus vielen Zellen gebildet wird und durch Aufreißen dieser Röhren dann eine Zellfläche gibt.

nicht, sondern vergrößern sich nur, während sich gleichzeitig die Membran entsprechend erweitert. Nur bei der Bildung der Schwärmer und der Geschlechtsprodukte kehrt die Alge zur einkernigen Ausbildung zurück; doch auch dies findet bei den vegetativen Schwärmern der Vaucheriaceen nicht mehr statt, bei denen der ganze Inhalt

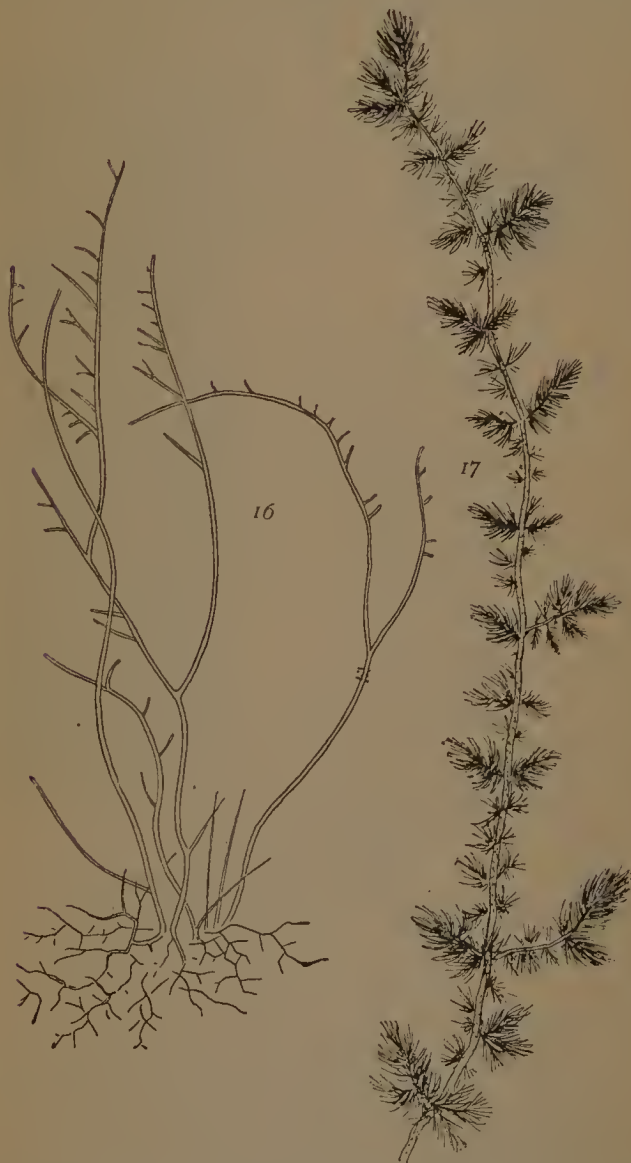


Fig. 16. *Stigeoclonium*. Hoch differenzierte Fadenalge; mit kriechenden Rhizoiden und assimilierenden Wasserstämmen (nach Huber).

Fig. 17. *Draparnaldia*. Rhizoide weggelassen; Wasserstämmen mit durchgehendem Achsenfaden und seitlichen Zweigbüscheln als Assimilatoren (nach Oltmanns).

des Zoosporangiums als vielkerniges Plasmodium, dessen viele Kerne je zwei Geißeln ausbilden (Synzoosporen), austritt (Fig. 18).

Diese vielkernige Ausbildung tritt bei den Chlorophyceen in zwei Formen auf:

1. in der Form dieser einzigen vielkernigen Zelle, die sehr verschiedene Ausbildung annehmen kann (*Siphonales*).

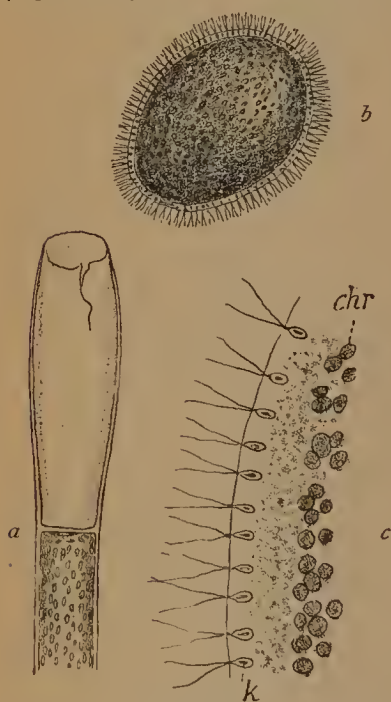


Fig. 18. Schwärmende *Vaucheria*. *a* entleeres *Vaucheria*-Fadenende, *b* entleerte Synzoospore (nach Götz), *c* Synzoospore — Rand — vergrößert — zahlreiche peripher stehende Kerne (*k*); jeder mit einem Geißelpaar nach außen (nach Strasburger).



Fig. 19. Eine vielkernige *Chladophora*-Zelle — nach e. gefärbten Präparate (nach Strasburger).

2. der Vegetationskörper ist aus mehreren bis vielen in verschiedener Weise angeordneten vielkernigen Zellen zusammengesetzt, die sich in der Weise bildeten, daß die Zellen bei einer gewissen Größe ihre Plasmodien teilten und innerhalb der Mutterzelle von neuem mit Membran abkapselten (*Siphonocladiales*) (Fig. 19).

Von den mannigfachen Ausbildungsweisen der Siphonales ist im Süßwasser nur eine vorhanden: die in der Form eines kriechenden, vielkernigen ungegliederten Fadens, der mit Rhizoiden sich verfestigt. Von den *Siphonocladiales* ebenfalls nur ein Typus: der, bei dem sich die auf die beschriebene Weise entstandenen Zellen zu einfachen oder verzweigten Fäden anordnen.

Dagegen fehlen im Süßwasser völlig die radiären Ausbildungsweisen beider Gruppen und unter den Siphonalen auch die Gruppe mit plektenchymatischen, aus reichverzweigten Zellen hervorgegangenen Vegetationskörpern.

Die vielkernigen Formen erreichen speziell in den marinen Formen eine außerordentliche Organisationshöhe.

Auch hier fast überall Schwärmer, geschlechtliche Fortpflanzung in den üblichen Formen. Unklar ist bei vielen die Stelle der Reduktionsteilung, dadurch, daß bei ihnen die Zygote keine Dauspore zu liefern scheint, sondern direkt auskeimt. Eine besondere Form der Sporen sind die bereits erwähnten „Cysten“. Hier wird das Plasmodium einer solchen Zelle in kleinere vielkernige Portionen zerlegt, die sich innerhalb der Mutterzelle mit einer festen Membran abkapseln.

Mehrere Organisationstypen, vor allem der monergide Typ mit auf verschiedene Weise gebildeten und differenzierten „Gewebe“-systemen, wie er bei den Braun- und Rotalgen auftritt, fehlen den Chlorophyceen völlig.

10. Systematische Übersicht über die Chlorophyceen¹⁾.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich folgende Gruppierung der Chlorophyceen, bei der aber zu bemerken ist, daß die einzelnen Ordnungen nicht scharf gegeneinander abgegrenzt sind, sondern vielfach Übergänge zueinander aufweisen.

- I. Bewegliches Flagellatenstadium vorherrschend, unbewegliche Ausbildungen, wie Palmellen und Gloeocysten, ruhende Zellen oder Sporen nur vorübergehend gebildet. **Volvocales** (S. 20).
- II. Unbewegliche Ausbildungen vorherrschend, bewegliche nur vorübergehend gebildet.
 1. Zellen in der Form von Palmellen oder Gloeocysten vereinigt oder einzeln in Gallerthüllen lebend, oder andere durch Gallerte verbundene Vereinigungen bildend, dabei die Flagellatenorganisation (außer den Geißeln) oft noch lange oder immer erkennen lassend. **Tetrasporales** (Bd. V).
 2. Zellen meist mit festen Membranen umgeben.
 - A. Zellen zu allermeist einkernig.
 - a) Zellen einzeln oder in mannigfacher Weise kolonial vereinigt, bei einigen Formen noch in einigen Organen die Flagellatenorganisation erkennen lassend. Niemals Zellfäden bildend. **Protococcales** (Bd. V).
 - b) Zellen in normaler Ausbildung zu einfachen oder verzweigten Zellfäden vereinigt oder seltener Zellflächen bildend, die durch Längsteilung eines Fadens entstehen. **Ulotrichales** (Bd. VI).
 - B. Zellen mehr- bis vielkernig.
 - a) Im ausgebildeten Zustande im Prinzip nur aus einer solchen vielkernigen Zelle bestehend. **Siphonales** (Bd. VII).
 - b) Alge aus mehreren in verschiedener Weise verbundenen vielkern. Zellen bestehend. **Siphonocladiales** (Bd. VII).

1) Diese Übersicht ist rein deskriptiv gehalten, daher auch der Gegensatz ein- und mehrkernige Zellen.

Volvocales = Phytomonadinae.

Chlorophyceae I.

Von

A. Pascher.

Mit 414 Abbildungen im Text.

I. Allgemeiner Teil.

1. Anordnung der Organe in einer Volvocalzelle.

Flagellaten mit primär radiär symmetrischen, im Querschnitte runden Protoplasten, nackt oder behäutet; mit zwei, vier (oder mehr? nur einer?) primär apikal stehenden Geißeln; einzeln oder in oft hoch differenzierten Kolonien lebend; mit rein grünem, primär topfförmigem Chromatophoren, der oft ein oder mehrere deutliche Pyrenoide hat. Assimilirt Stärke. Vermehrung primär durch Längsteilung: nackte Formen haben nur Zweiteilung resp. Durchspaltung des Protoplasten der Länge nach, behäutete Formen teilen den Protoplasten innerhalb der Hülle. Oft erfolgt bei letzteren vor, während oder nach der Teilung eine Drehung des Protoplasten um 90°. Die zwei, vier oder mehr Tochterzellen schlüpfen aus der Membran aus.

Geschlechtliche Fortpflanzung: Kopulation ganzer Individuen oder eigens dazu gebildeter Gameten, die zunächst beide beweglich, sich in allen Übergängen zu Spermatozoiden und Eiern differenzieren. Es wird die Zygote immer (?) als derbhäutige Spore ausgebildet, in der nach unserem derzeitigen Wissen die Reduktionsteilung stattfindet, durch die entweder vier oder auch weniger Keime entstehen. Möglicherweise gibt es auch Volvocalen mit einer anderen Form des Phasenwechsels.

Ferner können in verschiedener Weise Palmellen, Gloeocysten, Aplanosporen oder Akineten gebildet werden.

Über die Verteilung der Organe in einer Volvocalzelle gibt die schematische Figur 20 eine Vorstellung. Im Plasma, das oft feinkörnig oder fädig oder auch „wabig“ sein kann, liegt zunächst der im einfachsten Falle große topfförmige Chromatophor, der basal ein deutliches Pyrenoid hat, an dem sich die Stärke in verschiedener Form, hier in Form von Stücken einer Kugelschale abscheidet. Die dünne außerhalb des Chromatophoren befindliche Plasmaschicht steht mit zahlreichen feinen, nur manchmal sehr deutlichen Quersträngen, die den Chromatophoren radiär und wabig durchsetzen, mit dem

Plasma, das innerhalb des Chromatophoren sich befindet und hinten vom oft verdickten Basalstücke, seitlich vom Wandstück des Chromatophoren begrenzt ist, in Verbindung. Innerhalb dieses durch den ausgehöhlten Chromatophoren begrenzten Raumes liegt der Kern, von dem meist nur das Körperchen ohne Färbung sichtbar ist. In diesem Raume liegen auch runde Körper: meist Volutin. Oft findet man auch kleine starkglänzende, gelbliche bis rötliche Tröpfchen. Ferner kleine mit Flüssigkeit gefüllte Safräume — Vakuolen — die bei manchen Formen zu größeren Flüssigkeitsansammlungen zusammentreten. Am Chromatophoren, oft vorn gelegen, ist der rote Augenfleck, das Stigma. Das Vorderende des Protoplasten ist oft papillös verlängert, hier inserieren ein oder zwei Paare Geißeln. Die Geißeln stehen meist symmetrisch zum Vorderende resp. zur Längsachse des Organismus. Nicht selten sind am Grunde der Geißeln zwei, manchmal auch nur ein stark glänzendes Körperchen, schon ohne jede weitere Präparation zu erkennen. Im Vorderende der Zelle befinden sich meist auch zwei, manchmal (dann oft über die Zelle verteilt) mehrere kontraktile Vakuolen: Bläschen, die, miteinander abwechselnd, größer werden und bei einer gewissen Größe verschwinden, um allmählich wieder zu erscheinen.

Nach außen wird der Protoplast entweder nur durch die verdichtete äußere Schicht des Protoplasten be-

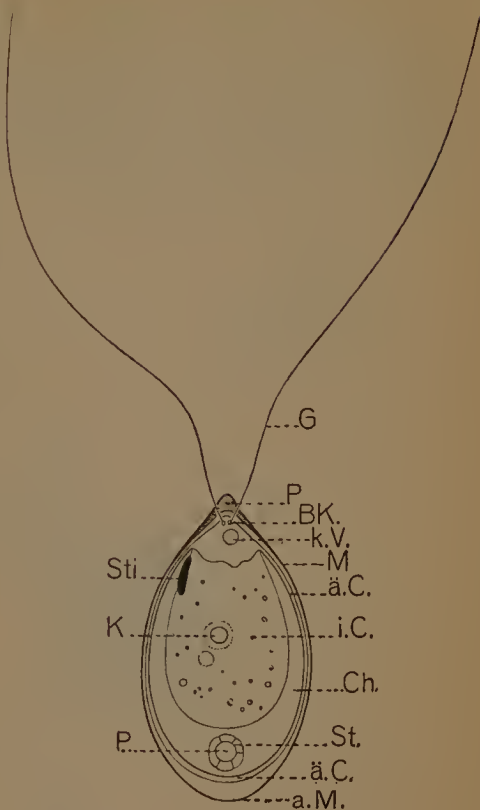


Fig. 20. Schematisches Übersichtsbild einer Volvocenzelle. *Chlamydomonas*. *G* Geißeln, *P* Membranpapille, *BK* Basalkörperchen der Geißeln (nur manchmal ohne Präparation sichtbar z. B. bei *Chlorogonium*), *KV*, kontraktile Vakuolen; falls zwei vorhanden, ist bei dieser Stellung der Monade — Geißeln in der Bildebene — nur eine zu sehen, da sie normal zur Geißelebene stehen; *äC*, äußeres Cytoplasma, das den Chromatophoren außen umgibt, ihn mit vielen Strängen durchsetzt und mit dem inneren Cytoplasma — *iC* — in Verbindung steht; *Ch* Chromatophor — hier typisch topfförmig; *St* Stärke, die hier in größeren Schollen das Pyrenoid — *P* — kugelschalig umschließt; *aM*, vom Protoplasten abgehobene Membran; *K* Kern, von dem meist nur das Kernkörperchen — der Nucleolus — deutlich sichtbar ist; *Sti* Stigma = Augenfleck (Kern zu klein gezeichnet, Geißelhaltung unnatürlich!)

grenzt, dann geht diese Hautschicht allmählich in das andere Plasma über, oder aber es ist eine deutliche oft stellenweise vom Protoplasten abstehende feste Membran gebildet, in der der Protoplast nur lose drinnen ist und die sich vorne oft zu einer deutlichen Warze verdickt. Durch diese Membran treten dann durch ein oder bei anderen Formen durch zwei resp. vier Löcher die beiden Geißeln oder die beiden Geißelpaare aus.

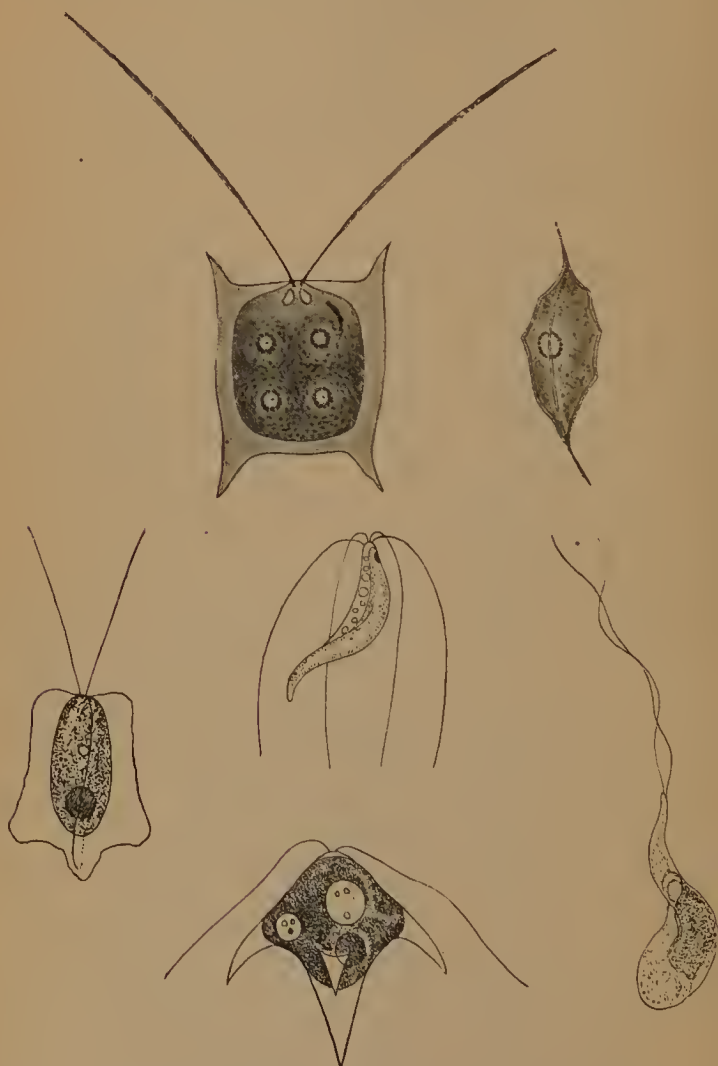


Fig. 21. Verschiedene Zellformen bei einzeln lebenden Volvocalen: oben *Pteromonas aculeata* von der Breit- und Schmalseite; in der Mitte *Spermatopsis exultans*; links: *Pteromonas cruciata*; rechts: *Korschikoffia guttula*; unten: *Brachiomonas Westiana* (nach Lemmermann, Playfair, Korschikoff, West und Orig.).

2. Gestalt der Volvocalzelle.

Die einfachste Form, vielleicht auch die relativ primärste ist die Tropfenform, in ihrer einfachsten Modifikation eiförmig oder ellipsoidisch, die Organe in der bereits angegebenen Anordnung enthaltend und das Ganze umgeben von der zarten Außenschicht des Plasma, einem deutlichen Periplasten oder einer differenzierten selbständigen Membran.

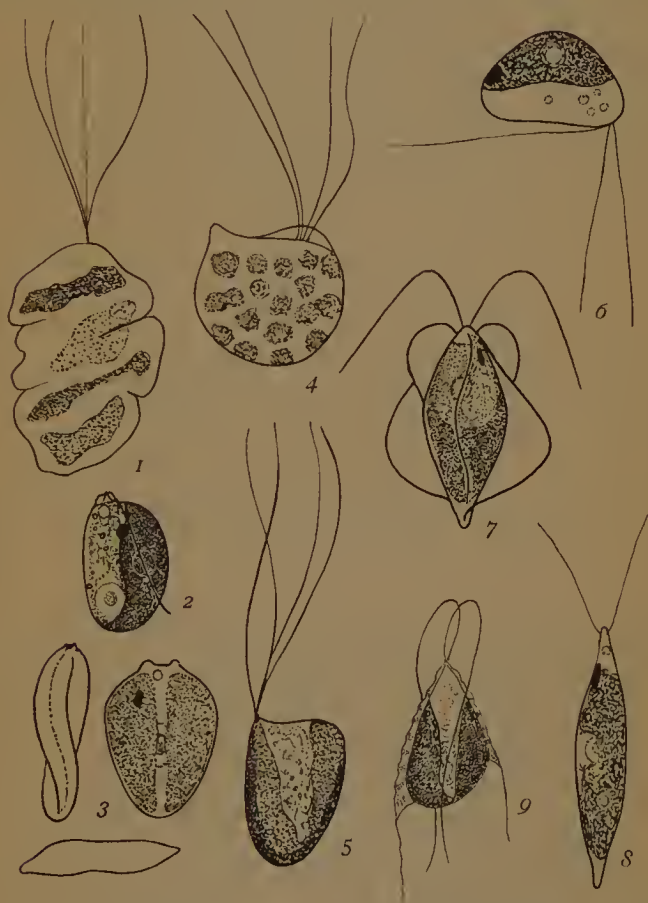


Fig. 22. Verschiedene Zellformen einzeln lebender Volvocalen, 1. *Chlorovitta*; 2. *Chlamydomonas asymetrica*; 3. *Scherffelia obovata* von der Längs- und Schmalseite und von vorne; 4. *Cymbomonas*; 5. *Cymbomonas adriatica*; 6. *Trichloris paradoxa*; 7. *Asteromonas*; 8. *Chlorogonium elongatum*; 9. *Ulochloris* (1, 4, 5 nach Schiller; 2. nach Korschikoff).

Diese Zellform erfährt aber mannigfache Abänderungen; in der einfachsten Weise darin, daß die Zelle ausgesprochen verkehrt-eiförmig oder walzlich wird oder sehr gestreckt bis deutlich spindelförmig, ja fast nadelförmig ausgezogen ist. Die radiäre Symmetrie dieser Formen geht dabei nicht verloren auch wenn sich an der

Zelle Längsrippen oder Wülste bilden. Diese werden entweder nur lokal ausgebildet, verlaufen meist gegen das Hinterende, werden nach vorne zu breiter, führen schließlich eine auffallende Verbreiterung der Zelle herbei und geben ihr einen strahlig vier-, sechs- oder achtkantigen Querschnitt. Nicht selten greifen diese Längswülste mit ihren vorgezogenen Vorderenden über das Vorderende der Zelle hinaus, dieses selber erscheint dadurch dann eingesenkt, oft sogar schlundartig vertieft oder leicht muldenförmig ausgerandet. Diese strahlige Vorlappung des Vorderendes und Einsenkung desselben kann auch bei Formen stattfinden, die solche Längsrippen nicht aufweisen. In all diesen Fällen rücken die Geißeln mit ihren Insertionsstellen nicht auseinander, das ursprüngliche Vorderende der Zelle hat ja keine Veränderung erlitten.

Bei manchen Formen betrifft aber die Verbreiterung das Vorderende selber, dann rücken auch häufig die Geißelansätze weit auseinander, sei es daß das Vorderende breit und stumpf, jedenfalls



Fig. 23. Verschiedene Zellformen einzeln lebender Volvocalen: *Medusochloris* in Bewegung (Klappbewegung).

aber konvex bleibt oder daß das Vorderende tatsächlich muldenförmig ausgehöhlt und zugleich die Zelle sehr verbreitert wird; so daß schließlich eine napfartige Schale entsteht, an deren Rändern dann die Geißeln in gleichen Abständen zu stehen kommen (*Medusochloris*).

Damit kommt es aber auch zu einer bedeutenden Abflachung der Zelle. Die weitaus häufigste Abflachung ist aber die von der Seite her parallel zur Längsachse. Sie ist bereits bei einigen Arten der Gattungen *Chlamydomonas* angedeutet, ist aber in weitgehendem Maße durchgeführt bei Gattungen wie *Scourfieldia*, *Scherffelia*, *Platymonas*, *Phyllomonas* usw. Es entstehen schließlich fast plattenförmige Zellen, die meist ganz leichtschraubig gedreht sind: Einstellung der Zellform auf die mit der Lokomotion verbundenen Rotation. Dies kommt auch bei beschalten Formen vor (*Pteromonas*). Einige solche platte Gattungen sind aber nicht in diesem Sinne schraubig gedreht, sie zeigen dann eine sehr auffallende flatternde Bewegung (*Scherffelia phacus*).

Eine merkwürdige Abflachung, allem Anscheine fast normal doch noch etwas schief zur Längsachse, zugleich mit einer sattelförmigen Aufbiegung und einer leichten Drehung der ganzen Zelle verbunden, zeigt *Mesostigma*, bei der die Geißeln nicht getrennt voneinander, sondern nah aneinander in der Nähe der Mitte dieser Scheibe inserieren.

Alle diese Formen zeigen entweder ausgesprochene radiäre oder auf eine Ebene beschränkte Symmetrie (bei den gedrehten Formen eine bestimmte Achsensymmetrie). Es gibt aber auch eine Reihe völlig unsymmetrischer Formen. Die ursprüngliche reguläre Form erleidet schon dadurch eine Störung, daß die eine Seite der Zelle sehr gefördert und erweitert (*Chlamydomonas asymmetrica*) ist. Solche Formen stellen auch die Zellen der kolonialen *Chlamydomobotrys* dar und hier scheint die Störung der Symmetrie mit dem kolonialen Leben im Zusammenhange zu stehen. Auch anscheinend reguläre Formen können asymmetrisch sein, in der Form der Membran, oder der Lagerung der Tochterzellen. (*Chl. subcaudata* nach den Beobachtungen Hazens.) Manchmal haben die Zellen eine Längsseite besonders gefördert und starkbauchig erweitert. Aber einige Formen sind im Sinne eines Schraubenganges gekrümmt entweder nur mit einem Bruchstücke eines Umganges oder in mehreren Gängen (*Spermatopsis* und *Korschikoffia*). Auch hier scheint die Form der nur mit einem sehr zarten Periplasten bekleideten leicht metabolen Zelle mit der rotierenden Vorwärtsbewegung der Zelle im Zusammenhang zu stehen.

Manche vorne breit abgestutzte oder auch ausgerandete Formen sind dadurch charakterisiert, daß die Geißeln in ihrer Gesamtheit an den Rand rücken, ganz exzentrisch stehen. Dadurch, daß natürlich auch die anderen Organe auf diese Umlagerung eingestellt sind, wird jene Symmetrieebene betont, die durch diese Einsatzzelle geht, ja es kommt soweit, daß diese verschobene Geißelansatzstelle zum sekundären Vorderende und die ihr gegenüberliegende Stelle des Randes zum Hinterende der Zelle wird und damit eine ganz neue sekundäre Orientierung stattfindet. (*Trichloris*, zum Teil auch *Cymbomonas* — bei letzterer nicht so weitgehend.) Vgl. auch Abb. 22 S. 23.

3. Periplast, Membran und Gehäuse.

Die eine Gruppe der Volvocalen — die Polyblepharidinen — sind nach außen hin nur durch die periphere Grenzschrift des Plasmas abgegrenzt, die bei den meisten Formen deutlich verdichtet und zu einer Hautschicht differenziert ist, die zwar oft deutlich bemerkbar, doch sich vom Protoplasten nicht scharf absetzt und in diesen übergeht. Bei manchen Arten hat sie aber einen solchen Grad der Differenziertheit erreicht, daß sie unter Umständen sich teilweise vom Protoplasten abhebt, ohne daß es aber zu jenen plasmolytischen Erscheinungen kommt, wie sie für die von Membranen umhüllten Zellen charakteristisch sind. Bei der Teilung wird der Periplast mitgeteilt, er geht zum Teil auf die beiden durch Teilung entstandenen Zellen über. Die Teilung der Zellen erfolgt hier durch einfache, meist vom Hinterende rascher vorschreitende Längsspaltung des Protoplasten. Bei dieser Längsteilung hebt sich der Periplast manchmal stellenweise etwas vom Protoplasten ab, um schließlich und endlich doch mitgeteilt zu werden (*Pyramidomonas*, *Polytomella*).

Alle anderen Volvocalen haben eine Hülle, die mit dem Protoplasten nicht im Zusammenhange bleibt, auch nicht aus dem peripheren, verdichteten Plasma besteht, sondern wenigstens eine Zeitlang Zellulosesekretion gibt und in der der Protoplast relativ locker sitzt. Zwischen dieser Membran und dem Protoplasten schiebt sich

nicht selten eine wenig konsistente, sehr weiche, gallertige Substanz ein, so daß die Membran dann unter Umständen weit vom Protoplasten abstehen kann. Die Membran hat vorne die Öffnung für die austretenden Geißeln, entweder in der Weise, daß vorne nur ein Loch ist und der Protoplast mit seinem oft papillösen Vorderende, auf dem die Geißeln sitzen, in dieses Loch der Membran

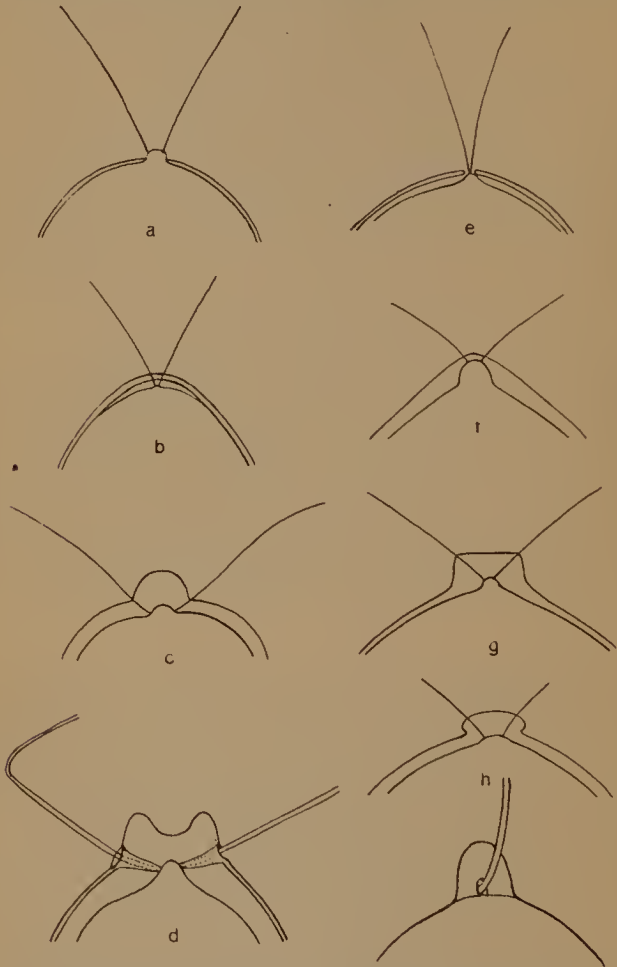


Fig. 24. Verschiedene Formen des Geißelaustrittes. Bei *a, e* ist die Membran der Chlamydomonadacee von einem Loche resp. einer Spalte durchbrochen. Die Figur *d* und die Figur rechts davon *Haematococcus*.

hineinragt. Oder aber in der Weise, daß die Membran bis auf zwei resp. vier feine Öffnungen völlig geschlossen ist, die meist sehr knapp unter dem Vorderende der Zelle stehen und durch welche die Geißeln kommen. Die Membran zeigt dann am Vorderende meist eine allmählich vermittelte oder scharf abgesetzte Verdickung: die Membranpapille, an deren Basis, oder an deren Seiten, meist die Geißeln herauskommen. Die der Innenseite des Protoplasten zugewendete Seite der Papille ist entweder flach oder eben-

falls ausgehöhlt, dann ragt, falls vorhanden, die geißeltragende Plama-papille in die Membranpapille etwas hinein.

Die Membranpapille ist nicht immer ein einfach gestaltetes Wärzchen. Treten die Geißeln am Grunde der Papille aus, so ist die Papille entsprechend dem Verlaufe der Geißeln oft mit kleinen Längsrinnen versehen, die entweder nur kurz sind oder die ganze Papille entlang verlaufen und ihr bei starker Entwicklung von oben gesehen ein vierrippiges „kreuzförmiges“ Aussehen geben. Bei sehr derben und breiten Papillen treten die Geißeln oft durch die Papille aus, indem sie diese schief nach außen durchsetzen. Bei den Sphaerellaceen, ist die Papille kompliziert gebaut, und manchmal sattelförmig über den austretenden Geißeln zusammengebogen; es sei auf sie verwiesen, bzw. auf die merkwürdigen Röhrchen, die hier um die beiden Geißeln gebildet sind, soweit sie in der gallertigen Zwischensubstanz zwischen Protoplast und der äußeren Membran verlaufen.

Der Protoplast ist innerhalb der Membran resp. der Schale auch Bewegungen fähig. Ganz abgesehen davon, daß manchmal deutlich ruckartige Formveränderungen zu sehen sind, erfolgt bei vielen Formen auch vor oder während der Teilung eine Drehung des Protoplasten um 90° . Bei dieser Drehung, die an der Lage der kontraktiven Vakuolen wie des Stigma kontrollierbar ist, wird das

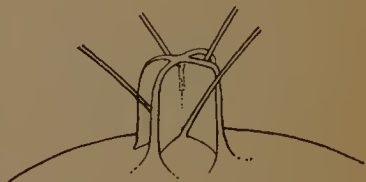


Fig. 25. Kreuzförmige Papille einer *Carteria*-Art.

Vorderende des Protoplasten mit den beiden Blepharoplasten abgetrennt und obwohl zwischen dem gedrehten Protoplasten und dem Geißelapparat keine Verbindung mehr zu sehen ist, erfolgt dennoch noch lebhaft Bewegung. Das ist dann besonders schön zu sehen, wenn in der Zelle bereits völlig ausgebildete Schwärmer vorhanden sind und sich die jetzt zum Zoosporangium gewordene Zelle lebhaft fortbewegt.

Drehungen des Protoplasten um 180° kommen auch ohne Teilung vor. Der Protoplast liegt dann verkehrt in der Zelle, mit seiner Spitze gegen die Basis der Hülle orientiert. (Siehe die eine Figur bei *Chlamydomonas Serbinowii*).

Die Membran selber ist meist glatt, doch auch manchmal gestreift bis auf die erwähnte Papille gleich dick oder basal oder dort, wo die Zellen Höcker oder Lappen bilden, verdickt (*Lobomonas*). Bei dieser Gattung hat der von einer zarten Membran umgebene Protoplast zuerst eine fast amöboide Form. Die Vorsprünge werden aber dadurch formbeständig, daß sich in diesen Vorsprüngen das Plasma von der zarten Membran abhebt und der frei gewordene Raum dann mit Membransubstanz ausgefüllt wird.

Nach außen sind manchmal auch verschieden verteilte, warzige Skulpturen zu beobachten. Oft ist die Membran, wohl durch Eiseneinlagerung, braunrot gefärbt, was besonders bei lebhaft grün gefärbten Chromatophoren im optischen Schnitte sehr auffallend zur Geltung kommt.

Die Membran selber gibt zu Beginn ihrer Bildung Zellulosereaktion, später ist diese Reaktion durch die Einlagerung von Pektinen (?) nicht mehr zu erzielen.

Sehr stark verdickt ist die Membran an den Kanten der Schmal-seite auch bei sehr platt gedrückten Monaden (*Scherffelia*).

Bemerkt müssen hier jene Fälle werden, bei denen der Protoplast innerhab der Membran sich neu behäutet, einen neuen Geißelapparat ausbildet, während sich die alte Membran erweitert zum Teil auch vergallert, dabei aber den Geißelapparat beibehält und sich auch bewegt. Schließlich zerfließt die erste Membran und die „verjüngte“ Monade tritt aus.

Durch Einlagerung von Kalk oder Kieselsäure¹⁾ (*Pteromonas*) wird die Membran starr und spröde und wird damit zur Schale oder zum Panzer oder Gehäuse. Bei den Coccomonaden ist diese Schale einfach und entspricht in ihren Formverhältnissen auch dem allgemeinen Typus. Sie ist hier stark verkalkt, oft braun und hat vorne ein einziges Loch für das Vorderende des Protoplasten, das die beiden Geißeln trägt, während bei *Dysmorphococcus* zwei getrennte Löcher vorhanden sind. Bei den Phacoteen, bei denen auch Verkiessung angegeben wird, besteht die Schale aus zwei uhrglasartig mit ihren Rändern zusammenschließenden, oft flachen Teilen, die bei *Phacotus* relativ einfach sind, während *Pteromonas* mannigfache, flügelige Verbreiterungen nicht nur an den Schalenrändern sondern auch auf den Breitseiten ansetzt, die zudem — wie auch manchmal die ganze Zelle — längsschraubige Drehung haben. (S. die Abbildungen zu *Phacotus* und *Pteromonas*.)

Bei der Teilung verhalten sich Membran und Schalen gleich. Der Protoplast teilt sich innerhalb der Schale in zwei oder vier oder auch mehr Tochterzellen, die Membran resp. Schale der Mutterzelle ist dabei nicht beteiligt. Die jungen Zellen entwickeln entweder bereits innert der Mutterzelle ihre neuen Membranen oder Schalen und treten dann unter Zerreißen der Membran, Zersprengen der Schale oder Auseinanderweichen der Schalenhälften aus. Oder aber sie treten nackt aus und bilden ihre Membranen und Schalen erst dann (seltenerer Fall?). Die leere Membran der Mutterzelle verschwindet merkwürdig bald (Bakterien); man findet fast niemals leere Membranen, ebenso wie auch die zersprengten Schalen der Coccomonaden sehr bald aufgelöst werden.

Von Francé wird auch die Bildung von Chitinschalen, die den Schalen von *Coccomonas* sehr ähnlich sehen, bei *Chlamydolepharis* angegeben. Hier hat neue Prüfung einzusetzen.

Neubildung der Membran erfolgt auch, wenn die Protoplasten ohne Teilung als nackte Schwärmer aus der Membran austreten und sich dann wieder neu behäuten.

Bez. der Membranverhältnisse der kolonialen Formen wie auch der Membran der Cysten: siehe bei diesen.

4. Assimilationsapparat.

a) Chromatophor.

Die rein grünen Chromatophoren, deren Chlorophyll sich vielleicht mit dem der höheren Pflanzen deckt und sich von dem der Heterokonten unterscheidet, hat in seiner häufigsten Form die Gestalt eines ellipsoidisch-eiförmigen, nach vorne zusammenneigenden

1) Dieser Fall bedarf der genauesten Nachprüfung!

Topfes mit abgerundeter Basis. Seine Substanz ist nicht homogen: es ist wahrscheinlich bei allen Formen ein raumgitteriges oder raummaschiges Netzwerk aus feinen grüngefärbten Fäden oder Strängen, zwischen denen farbloses Cytoplasma liegt. Dieser Aufbau ist bei den *Sphaerellaceae* und einigen *Chlamydomonas*-Arten wegen der großen Maschenbreite sehr deutlich; sehr häufig sind aber diese Maschen sehr eng, so daß der Chromatophor einen fast soliden Eindruck macht. Diese Struktur ist in hohem Maße vom Ernährungszustande abhängig und reagiert auf ihn in feinster Weise in seinem Aussehen. Bei schlechter Ernährung, aber auch bei leichten Vergiftungen (Gas) wird der Chromatophor zarter, die Maschen werden weiter, klarer, die ganze Begrenzung der Chromatophoren dabei häufig unschärfer; die allgemeine Konfiguration aber manchmal deutlicher. Oft verdünnt sich bei schlechter Ernährung das Wandstück bedeutend, ja es kann völlig schwinden; inwiefern dies Schwinden mit einer Rückbildung des Chlorophylls im Wandstück, oder aber in einer Rückbildung des Wandstückes selber besteht, ist noch zu untersuchen.

Diese wabigen Durchbrechungen des Chromatophoren sind entweder ziemlich regelmäßig und gleichmäßig, oder oft besonders in der Längsrichtung entwickelt: er erhält dann häufig eine zarte Längsstreifung, die manchmal noch deutliche Anastomosen zeigt. Der Chromatophor ist demnach vom Cytoplasma durchsetzt. Diese Durchsetzungen sind meist sehr zart und fein, oft aber sehr massiv und breit, ja sie können den Chromatophoren stellenweise ganz durchbrechen, er sieht dann löcherig und rissig aus. Solche Risse verbinden sich, wenn in großer Anzahl vorhanden, und so kann der Chromatophor auf diese Weise, daß die Durchbrechungen lokalisiert stärker auftreten, in mannigfacher Weise zerlappt und zerteilt erscheinen. Das kann schließlich soweit führen, daß der Chromatophor aus unregelmäßigen Lappen, Bändern oder Stücken oder auch aus Scheibchen besteht, die sich zunächst nur polygonal abgrenzen, ohne immer dabei völlig voneinander getrennt zu sein, bis schließlich alle möglichen Übergänge zu Formen führen, deren Chromatophor völlig in kleine relativ gleichgroße Scheibchen zerteilt ist. Oft werden besonders sehr massive Chromatophoren von innen durch Plasmastränge nur angeschnitten, der Chromatophor bekommt damit eine sehr unregelmäßige, beulige Innenkontur. Auch von außen schneidet das periphere Plasma oft in der verschiedensten Weise in den Chromatophoren ein, es entstehen dann in der mannigfachsten Weise radiär geteilte oder gelappte oder auch längsgestreifte Formen.

Mit dieser maschig-netzigen Struktur des Chromatophoren hängt es auch zusammen, daß eine scharfe Kontur des Chromatophoren speziell nach innen oft nur schwer erkennbar ist.

Die Topfform des Chromatophoren nimmt nach der Form der Zelle und in der Lage des Pyrenoides oft mannigfache Abänderungen an. Bei abgeflachten Zellen wird der Chromatophor ebenfalls flach; das kann so weit gehen, daß er auf der Breitseite völlig rückgebildet wird und nur an den Schmalseiten sich entwickelt oder aber der Chromatophor wird auf verschiedene Weisen, die hier nicht auseinander-gesetzt werden können, völlig plattenförmig. Bei Zellformen mit radiär ausstrahlenden Leisten, Wülsten oder Armen beult sich der Chromatophor gerne in diese hinein oder er treibt Lappen in die Fortsätze.

Fehlt das Basalstück des Chromatophoren, so entwickeln sich röhrenförmige Formen, hat diese Röhre in der Mitte eine Querbrücke, in der oft das Pyrenoid liegt, so entstehen die H-förmigen Chromatophoren. Nicht immer ist der röhrenförmige Chromatophor breit, oft ist er sehr schmal; er wird ringförmig oder er schließt dabei nicht zu einer völligen Röhre zusammen, er wird dann muldenförmig und seitenständig.

Es ist unmöglich, alle Ausbildungen des Chromatophors hier zu besprechen, die Chromatophorenbeschaffenheit bestimmt ja in hohem Grade die Gattungs- und Artsystematik und muß im speziellen Teile jeweils ausführlich behandelt sein.

b) Pyrenoid.

Bei den allermeisten Volvocalen treten Pyrenoide auf: konsistentere Partien im oder am Chromatophoren, die sich mit Kern-

farbstoffen intensiver färben und an denen sich Stärke in verschiedener Form abscheidet. Sie sind einer der unklarsten Punkte in der ganzen Zellmorphologie; ja wir wissen derzeit nur so viel, daß die Dinge, die bei den verschiedenen Algen als Pyrenoide bezeichnet werden, wohl den gleichen Aspekt geben, kaum aber untereinander homolog sein dürften (Pyrenoide der Chrysomonaden usw.). Ihre Form ist bei den Volvocalen verschieden, meist kugelig oder ellipsoidisch, seltener gestreckt länglich, dabei gebogen oder bandförmig. Sie liegen im

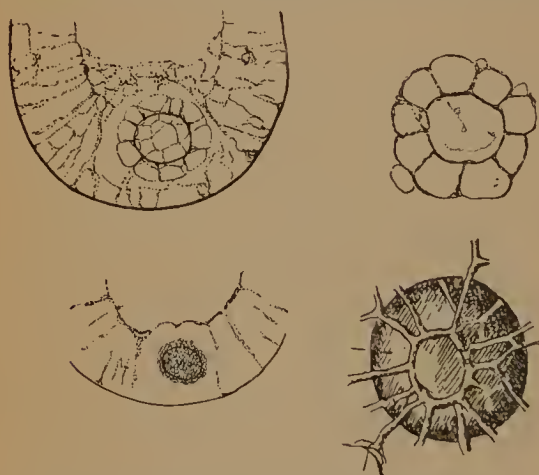


Fig. 26. Oben Pyrenoid einer *Chlamydomonas* im verdickten Basalteile des Chromatophoren (fixiert). Daneben das Pyrenoid mit den aufsitzenden Stärkekörnern vergrößert. Links unten Pyrenoid mit sehr zahlreichen winzigen Stärkekörnern; rechts unten Pyrenoid von *Haematococcus*; die Lamellen des Cytoplasmas besonders deutlich (letztere Figur nach Wollenweber).

häufigsten Falle in der Einzahl in dem verdickten Basalteile des topfförmigen Chromatophoren, seltener im Wandstück. Sind mehrere Pyrenoide da, so sind sie gewöhnlich für unsere Erkenntnis ziemlich unregelmäßig im Chromatophoren verteilt; sind zwei vorhanden, so sind sie gewöhnlich, falls in der Achse der Zelle, übereinander; oft zwischen ihnen der Kern; stehen sie seitlich, so sind sie meist symmetrisch zueinander angeordnet. Bandförmige Formen schließen oft förmlich, sei es, daß sie äquatorial, sei es, daß sie median stehen, fast gürtelartig zusammen.

Die Pyrenoide liegen hier stets im Chromatophoren, entweder anscheinend ziemlich in ihn versenkt, oder nahe der inneren Wand-

seite des Chromatophoren und sind hier nur mit einer dünnen Schicht überzogen. In der letzten Zeit sind mir Bedenken gekommen, ob bei den versenkten Formen die Chromatophorenpartie, die das Pyrenoid gegen die Innenseite der Zelle hin überdeckt, völlig homogen und gleichwertig den anderen Chromatophorenpartien ist; es scheinen hier Differenzen vorzukommen. Das ist noch zu untersuchen.

Neben der Pyrenoidstärke tritt auch im Chromatophoren Stärke auf (Gegensatz zu den Cryptomonadinen): Stromastärke, natürlich nur Stromastärke bei solchen Formen, die keine Pyrenoide haben. Inwieweit bei den pyrenoidführenden Formen die Stromastärke mit der Pyrenoidstärke im Zusammenhang steht, ist völlig unklar.

Das Verhalten der Pyrenoide bei der Teilung der Zelle ist nicht immer gleich. Bei manchen Formen teilt es sich unter Vergrößerung direkt durch, und jede Tochterzelle erhält einen Teil.



Fig. 27.



Fig. 28.

Fig. 27. *Pyramidomonas montana*. Verschiedene Stadien der Auflockerung und des Zerfalles des Pyrenoides in seine radiären Komponenten (nach Geitler).

Fig. 28. Zweischaliges Pyrenoid von *Chlamydomonas biconvexa*.

Bei anderen aber verschwindet das oder die Pyrenoide völlig und wird an den Tochterzellen wieder neu gebildet. Sie verschwinden natürlich nur optisch. Das Verschwinden des Pyrenoides wäre noch genau zu untersuchen. Soweit ich sah, vergrößert es sich zunächst, um dann matter zu werden. Plötzlich ist die Kontur verschwunden, aber eine matte Stelle zeigt noch lange den Platz an.

Bemerkenswert erscheint der Umstand, daß in diesen Fällen das Pyrenoid an den Tochterzellen nicht immer gleich nach der Teilung auftritt; nicht selten erfolgt die Neubildung erst später, oft sogar sehr spät, die junge Zelle ist dann eine Zeitlang pyrenoidfrei. Das kann soweit gehen, daß das völlig ausgebildete Pyrenoid erst bei ganz erwachsenen Zellen sicher erkannt werden kann. In Material, das in eifriger Teilung begriffen ist, können ganze Generationen von Zellen gebildet werden, die nicht dazu kommen, ihr Pyrenoid auszubilden, weil sie gewissermaßen nicht völlig ausgewachsen, während einzelne Zellen, die sich nicht teilten, die Pyrenoide haben. So kann der Eindruck erweckt werden, als läge eine pyrenoidfreie und eine pyrenoidführende Form vor.

Bei Formen, bei denen die Pyrenoide geteilt werden, läuft die Pyrenoidteilung der Teilung der anderen Organe oft weit vor. So entstehen Formen mit vorübergehend mehreren Pyrenoiden. Sie werden dann bei den Teilungen auf die Tochterzellen aufgeteilt. Ebenso unterbleibt manchmal bei der Zellteilung die Teilung des Pyrenoides: die eine Tochterzelle ist dann pyrenoidfrei. Wahrscheinlich bilden solche Zellen ihr Pyrenoid dann nach. Manche Volvocalen haben in der Jugend ein Pyrenoid, im Alter deren mehrere (z. B. *Eudorina*).

Die Pyrenoide scheinen innert einer Zelle auch nicht gleichwertig zu sein. Bei einer leider nicht völlig beobachteten Form mit mehreren Pyrenoiden schien es mir, als ob das basale Pyrenoid vor der Teilung sich teilte, die anderen aber aufgelöst wurden. Leider sind die Beobachtungen mangels an Material nicht vollständig geworden. Bei einzelnen Formen mit zwei axialen Pyrenoiden, eines vor, eines hinter dem Zellkern, konnte ich sehen, daß das untere Pyrenoid geteilt wird, das vordere aufgelöst wird. Junge Zellen hatten daher nur ein Pyrenoid, das hintere, das vordere wurde erst später gebildet.

Die Struktur des Pyrenoides und damit auch die Form der Stärkeabscheidung ist bei den einzelnen Formen verschieden. Meist setzt sich die Stärke in der Form größerer oder kleinerer Schollen ab, die zusammen eine Kugelsphäre um das Pyrenoid bilden. Es sind entweder nur zwei Stärkeschalen vorhanden (Fig. 28), oder die Hülle besteht aus mehreren größeren oder sehr vielen kleinen Stücken. Es kommen ferner auch Pyrenoide vor, bei denen die Stärke allem Anscheine nach, soweit es die optischen und chemischen Mittel zu erkennen erlauben, in der Form einer nicht zusammengesetzten, also einheitlichen Kugelschale gebildet wird. Solche Pyrenoide sind mit Sicherheit bei den Protococcalen vorhanden, sie treten aber auch bei den Volvocalen auf; allerdings sah ich sie erst einmal an einer marinen *Chlamydomonas*-Art. Als offene Pyrenoide bezeichnete Zimmermann solche, die nur auf der im Chromatophoren liegenden Seite, nicht aber auf der dem Zellinneren zugewendeten Stärke bilden.

Das Pyrenoid ist nicht einheitlich; in Depressionszuständen zerfällt es oft in eine Reihe von Radiärteilen, und zwar so vielen, als Stärkeschollen an ihm gebildet werden (Fig. 27).

Es scheint mir angezeigt zu sein, eine einfache Terminologie für die verschiedenen Ausbildungsweisen der Pyrenoide vorzuschlagen. Pyrenoide, die ohne jeden Zusammenhang mit dem Chromatophor stehen (entweder von vornherein oder im völlig ausgebildeten Zustande), möchte ich als freie bezeichnen (Cryptomonaden, einige Eugleninen); Pyrenoide, die völlig im Chromatophoren liegen, als eingesenkte. Wird die Stärke allseitig an ihnen abgeschieden, als geschlossene, wenn nur einseitig, als offene. Treten bei den geschlossenen nur zwei Schalenstücke der Stärke auf, so wäre eine Bezeichnung zweischalige, wenn an den Pyrenoiden mehrere Stärkescheibchen die geschlossene oder offene einseitige Stärkehülle bilden, die Bezeichnung zusammengesetzte zu verwenden, was ja auch den tatsächlichen Verhältnissen zu entsprechen scheint. Pyrenoide mit einfacher, nicht aus mehreren Teilstücken zusammengesetzter Stärkehülle wäre dann als einfache Pyrenoide zu bezeichnen. Auf die mögliche Phylogenie dieser Pyrenoide kann ich hier nicht eingehen.

Viele Volvocalen haben kein Pyrenoid. Unter diesen sind gewiß wieder viele, die das Pyrenoid verloren haben. Es gibt Arten, die in der Form ihres Chromatophoren noch deutlich die Stelle erkennen lassen, in der das Pyrenoid lag; es wird aber nicht mehr gebildet (*Chl. inversa*). Welche Formen aber Pyrenoidverlust zeigen, welche niemals ein Pyrenoid hatten, wird sich meist nicht entscheiden lassen.

c) Stigma-Augenfleck.

Die meisten der Volvocalen haben einen Augenfleck, dessen Form im allgemeinen länglich bis rund, bei manchen Formen aber auch langgezogen-strichförmig oder nur ganz klein punktförmig ist. Bei den Sphaerellaceen, durch Wollenweber genau untersucht, haben sie die Gestalt eines manchmal langgezogenen sphärischen Dreieckes, das von der Seite aus gesehen, schirmmützenartig vorgewölbt ist. Ebenso springt bei vielen Formen das Stigma entweder in der Form eines kleinen Höckerchens oder einer deutlichen Leiste vor, bei manchen anderen Formen ist es aber muldenförmig eingesenkt angegeben. Inwieweit diese Verhältnisse konstant sind, vermag ich nicht zu sagen. Die Ausbildung des Stigmas schwankt innerhalb derselben Art ziemlich stark. Hierfür sind gewiß auch die äußeren Faktoren maßgebend und speziell in Kulturen findet man die Ausbildung des Stigmas sehr schwankend. Es macht den Eindruck, als ob für die Stigmenbildung zwar eine bestimmte Lokalisation und auch eine Differenzierung des Plasmas vorhanden und die Ausbildung des Hämatochroms in diesem Stigma sehr abhängig sei von den Begleitumständen, in denen der Organismus lebt.

Das Stigma scheint aus zwei Teilen zu bestehen. Scherffel fand bei *Volvox tertius* ein etwas nach innen gebogenes Plättchen und einen darauf liegenden halbkugeligen Körper. Ähnliches gibt bereits Francé für die von ihm untersuchten Formen an. Dies nach innen zu angelagerte Plättchen gibt nach Scherffel keine Stärkereaktion und die von Francé gegebene Deutung scheint wenigstens für die *Volvocales* nicht zuzutreffen.

Die Lage ist bei den einzelnen Arten ebenfalls sehr verschieden. Im allgemeinen aber innerhalb gewisser Grenzen konstant, ist es meistens vorne am Vorderrande des Chromatophoren oder in dessen Nähe, seltener in der Mitte der Zelle und ebenso selten ganz am Hinterende oder im hinteren Drittel.

Das Stigma hat auch in bezug auf die Symmetrieebene der Zelle eine bestimmte Lage. Bei Formen mit vorne gelegenen Stigma ist häufig zu sehen, daß das Stigma bei zweigeißeligen Typen nicht in der Geißelebene liegt, sondern annähernd in der Medianebene darauf. Darauf wäre sehr zu achten. Diese fixe Lage würde vielleicht in irgendeine Beziehung zur noch immer sehr unklaren Funktion des Stigmas zu bringen sein und müßte Anhaltspunkte dafür ergeben. Auf die oft konstante Lage hat bereits Chmiliowski hingewiesen. Das Stigma gilt allgemein als lichtempfindliches Organ, ohne daß



Fig. 29. Offenes Pyrenoid von *Platymonas subcordiformis* (Wille) Hazen (nach Zimmermann).

eigentlich ein allgemein gültiger Beweis dafür erbracht wurde. Es muß hier besonders auf jene Formen hingewiesen werden, bei denen das Stigma eine ganz auffallende Lage hat: in der unteren Hälfte oder fast am Hinterende. Gerade diese würden ein geeignetes Versuchsobjekt für die Klärung der Frage geben; wohl gesagt nach vorhergegangener cytologischer Untersuchung des Geißelapparates. Zahlreiche Volvocalen haben kein Stigma, sei es, daß sie es normalerweise nicht und nur ausnahmsweise anfärben, sei es, daß sie es überhaupt nicht haben. Für ersteren Umstand spricht die von mir wiederholt beobachtete Tatsache, das bei scheinbar nicht stigmatisierten Formen immer eine bestimmte Stelle im Dunkelfeld aufleuchtete.

In der morphologischen Deutung des Stigmas besteht keine Übereinstimmung; aller Wahrscheinlichkeit handelt es sich um einen modifizierten Chromoplasten. Die Homologisierungen mit dem Parabasalapparat, dem Kinetonucleolus, mit dem Golgischen Organ (Grassé, Alexeieff) sind wohl nach zu äußerlichen Gesichtspunkten vorgenommen.

Meist ist nur ein Stigma vorhanden, abnormerweise auch bei sonst nur mit einem Stigma versehenen Arten auch deren zwei oder mehrere. Konstant mehrere Stigmen scheint *Chlamydomonas pluristigma* Bristol zu haben.

Bei den kolonialen Formen schwankt die Ausbildung des Stigmas in bestimmter Weise. Die vorderen Zellen haben (*Pandorina*, *Eudorina*, *Pleodorina* und *Volvox*) sehr große Stigmen, die anderen Zellen kleinere und zwar um so kleinere, je mehr die Zellen dem Hinterende der Kolonie genähert liegen.

Ausnahmsweise können innerhalb eines stigmentragenden Materials sehr vereinzelt stigmenfreie Formen auftreten; es scheint sich hier um abnorme Teilungshemmungen zu handeln.

d) Reduktion [des Chromatophoren.

Eine Reihe von Volvocalen hat den Chromatophor weitgehend zurückgebildet. Hier lassen sich einige Ausbildungen in einer Reihe anordnen, die mit normalen Chromatophoren beginnt und mit völlig apoplastiden Formen¹⁾ endet. Einige haben sehr stark verkleinerte aber doch noch grüne Chromatophoren (*Chlamydomonas viridemaculata*, *basistellata* u. a.); andere sind farblos, haben aber noch das Pyrenoid und entwickeln Stärke: die Gattung *Tetrahymena*. Andere farblose haben kein Pyrenoid aber noch Stärke (*Polytoma*, *Polytomella*, *Hyalogonium*, vielleicht auch *Parapolytoma* u. a.). *Tussetia*, farblos, bildet schließlich keine Stärke aus, sondern nur mehr Öl. Es sind dies die gleichen Verhältnisse wie bei anderen Flagellatenreihen: *Chilomonas*, Stärke, *Cyathomonas*, Öl. Inwieweit diese Anordnung der tatsächlichen Entwicklung parallel geht, vermag ich nicht zu sagen; ebensowenig ob sich die Reduktion der CO₂-Assimilation in der gleichen Weise vollzogen hat. Läßt sich diese Reihe im Sinne der allmählich morphologischen Reduktion deuten, so ist eine andere Möglichkeit die des allmählichen Aus-

1) Apoplastid, wenn die Zellen ihren Chromatophoren völlig verloren haben, apochromatisch, wenn nur der Farbstoff nicht mehr gebildet wird. Häufig wird aber apochromatisch im Sinne von apoplastid gebraucht.

blassens der Chromatophoren oder der Entstehung apoplastider Formen durch Teilungshemmung des Chromatophoren bei gleichzeitiger Teilung der anderen Zellorgane, wodurch die eine Tochterzelle apoplastid wird. Soviel ich weiß, liegen für den letzten Modus keine Beobachtungen bei Volvocalen vor, für andere Flagellaten aber ist dies bereits wiederholt beobachtet worden (Chryso-monaden).

5. Kern und Geißelapparat.

Der Kern ist bei vielen Volvocalen bereits ohne Präparation zu sehen. Er enthält in den meisten Fällen, deutlich sichtbar, einen Nucleolus, ja meist ist das deutlich und scharf begrenzte Gebilde in der Zelle nur der Nucleolus und die Umriss des ganzen Kernes sind meist viel undeutlicher oder nicht zu sehen.

Auf die Cytologie des Kernes und die vielen Streitfragen und Deutungen wie auch die Vergleiche mit anderen Kerntypen kann hier nicht eingegangen werden. Dies fällt weit über den Rahmen der Süßwasserflora und ihre mehr diagnostischen Zwecke hinaus.

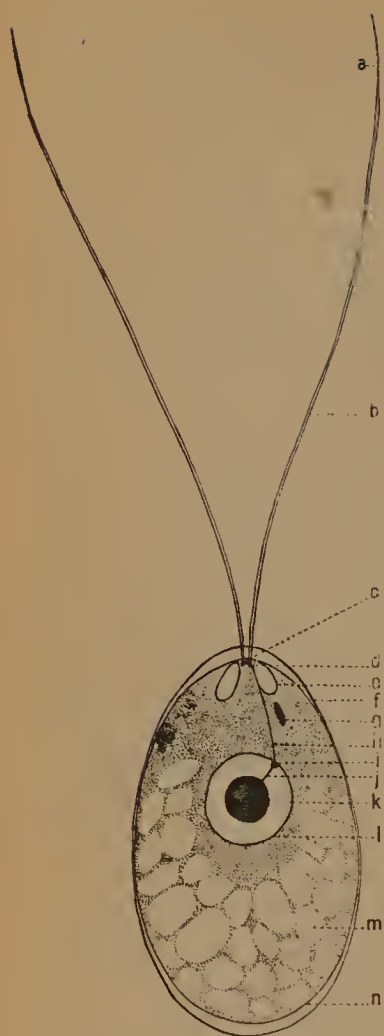
Die Lage des Kernes ist ziemlich konstant, meist vor der Mitte der Zelle oft einer Seite mehr genähert, in einer Ansammlung des Plasmas, die bei den mittelständigen Kernen sich im Lumen des Chromatophoren befindet, bei seitenständigen Kerne, speziell bei seitenständigen Chromatophoren in einer wulstförmigen, an der chromatophorenfreien Seite der Zelle der Länge nach verlaufenden Plasmaansammlung, die dadurch, daß sie ganz im hyalinen Teile liegt, besonders schön zu sehen ist.

Oft liegt der Kern basal hinter dem Pyrenoide. Diese Fälle wären wegen der Art der Einfügung des Geißelapparates besonders interessant, leider sind sie noch nicht untersucht.

Mit dem Kerne in innigem Zusammenhange steht in den meisten Fällen der Geißelapparat. An Präparaten von jüngeren Zellen ist meist deutlich eine Verbindung zwischen Geißeln und Kern wahrzunehmen. Aus dem Kernkörperchen geht ein stark färbbarer Strang an die Wand des Kernes, um hier ein kleines Körperchen zu bilden. Von diesem verläuft ein deutlich fadenförmiges Gebilde zur Basis der Geißeln, die gewöhnlich (bis jetzt



Fig. 30. Sechs verschiedene Chlamydomonaden nebeneinandergestellt, um die allmähliche Reduktion des Chromatophorenapparates zu veranschaulichen. *a* *Chlamydomonas gracilis*; *b* *Chl. basistellata*; *c* *Chl. viridemaculata*; *d* *Tetrablepharis*, farblos, mit Stärke, Pyrenoid vorhanden, Stigma; *e* *Polytona*, kein Pyrenoid, Stärke, Stigma. *Tussetia*, keine Stärke, nur „Öl und Fett“. — *Tussetia* verhält sich zu *Polytona* wie *Cyathomonas* unter den Cryptomonaden zu *Chilomonas*. Letztere farblos mit Stärke; erstere farblos ohne Stärke.



wurden meist zwei geißelige Formen untersucht?) aus zwei stark färbbaren Körperchen besteht, auf denen die Geißeln aufsitzen. Bei älteren Zellen sind diese Gebilde bei gleichem Färbungsverfahren nicht mehr sichtbar, meist ist dann nur ein von der Basis der Geißel zum Kerne divergierendes Faserwerk zu sehen, das der Vorderseite des Kernes aufsitzt. (Darüber mehr: die cytologischen Arbeiten von Hartmann, Entz, Bělař, Doflein, Zimmermann u. a.). Es liegen aber auch davon abweichende Angaben vor.

Die Form der Geißeln scheint bei allen Volvocalen gleich zu sein. Sie inserieren am morphologischen Vorderende, das nicht immer mit dem räumlichen Vorderende der Protoplasten zusammenfällt in zwei, oft schon ohne Präparation sichtbaren, glänzenden, oft deutlich paarweise nebeneinanderstehenden Körperchen und treten, wenn eine Hülle vorhanden ist, durch eigene Öffnungen, die oft noch durch feine Röhren nach innen verlängert sind (Sphaerellaceen), aus. Sie sind im allgemeinen gleichstark und relativ zart; nur wenig Formen haben derbe Geißeln, nichtsdestoweniger können an stillstehenden Monaden oft sehr leicht ohne Präparation, also am lebenden Objekt, die Geißeln gesehen werden. Es hat sich aber gezeigt, daß die Geißeln am Ende eine sehr dünne, zarte Verlänge-

Fig. 31. Schema von *Polytoma* (Bau des Geißelapparates). *a* dünnes Endstück der Geißel; *b* gleichdicker stärkerer Hauptteil der Geißel; *c* Latronema, Verbindungsstück der beiden Basoplasten (*d*); *e* kontraktile Vakuolen; *f* Membran; *g* Stigma; *h* Rhizonema; *i* Caryoplast, *i* Verbindungs-faden zwischen *i* und *k*-Nucleolus (der Strich bei *k* sollte bis in das schwarze Zentrum gehen); *l* Kernmembran; *m* Stärkescheibchen; *n* Periplast, Pellicula (nach Entz). — Bei älteren Individuen ist statt des Rhizonema (*h*) ein kegelförmiges breit dem Kern aufsitzendes Faserbündel gebildet. Bei der Geißelbildung sproßt aus dem Nucleolus ein kleines Körperchen, das mit dem Nucleolus durch eine feine Fibrille verbunden bis zur Kernwand wandert. Hier teilt es sich; die eine Hälfte wandert wieder mit Ausbildung einer Fibrille (*h*) zum Vorderende des Protoplasten, um sich dort wieder zu teilen; diese beiden Körperchen sproßen dann durch die Pellicula hindurch zu den beiden

Geißeln aus (nach Entz).

rung haben und dieses Endstück ist bei verschiedenen Arten sehr verschieden lang, oft ein Siebentel der Geißel und auch viel kürzer, aber auch anscheinend bei manchen Arten viel länger. Insbesondere scheinen mir die Arten, für die relativ kurze derbe Geißeln angegeben sind, sehr lange Endstücke zu haben. (*Chlamydomonas Serbinowi*). Was gewöhnlich an Geißellänge angegeben ist, ist der derbere Teil der Geißel ohne Endstück: das Endstück ist schwer zu sehen und wird gewöhnlich bei Längenmessungen der Geißel nicht mit berücksichtigt. Im allgemeinen sind die Geißeln fast immer länger als die Figuren erwarten lassen und die einfache Beobachtung zeigt. Bandförmige Geißeln fehlen. — Für marine Formen werden bandförmige Geißeln angegeben, doch ist die systematische Zugehörigkeit dieser Formen zu den Volvocalen nicht immer gesichert, noch aber die Tatsache festgestellt, daß es sich um die normale Geißelausbildung der gesunden Zelle handelt.

Nach Korschikoff besteht die Geißel aus einem dünnen Axialfaden, der von einer kontraktilen Plasmaschicht umgeben ist; diese hat wahrscheinlich wieder eine kontraktile Zwischensubstanz und eine Außenhülle. Beim Kopulationsprozeß verkleben die Geißeln mitsammen.

Die Geißeln treten paarweise auf: entweder zu zweien oder zu vieren, die dann aber auch in zwei Paaren angeordnet sind. Sind nur zwei Geißeln vorhanden, so stehen sie einander gegenüber, also im selben Längsschnitte der Zelle. Sind zwei Paare vorhanden, so stehen die Geißeln um 90° voneinander ab. Tatsache ist, daß die Geißeln paarweise abgestoßen werden, was sich ja auch aus der Genese der Geißeln ergibt.

Es liegen auch Angaben vor, daß bei Volvocalen, speziell Polyblepharidinen, mehr als zwei Geißelpaare vorkommen. So spricht Dangeard davon, daß sein *Polyblepharides* eine schwankende Zahl von Geißeln, über vier, und zwar 5—7, und *Chloraster* soll deren fünf haben. Während Dangeard über die Stellung der Geißeln an seiner Monade nicht spricht, wird bei *Chloraster* angegeben, daß vier Geißeln um eine zentrale Geißel herumstehen. Ich halte dies für ganz unmöglich, es widerspricht allem, was wir von der Stellung der Geißeln bei Volvocalen wissen. Der Fall des *Polyblepharides* mit seiner wechselnden Geißelanzahl ist ganz rätselhaft, es ist nicht ausgeschlossen, daß Dangeard Teilungsstadien und Kopulationen von *Pyramidomonas*-artigen Polyblepharidinen unterlaufen seien. Diese Gattung wurde nicht wieder gefunden. Damit wäre anzunehmen, daß mehr als viergeißelige Formen bei den Volvocalen nicht vorkommen, zu mindest nicht mit Sicherheit nachgewiesen sind. Das stimmte auch mit allem überein, was wir von den Flagellaten überhaupt wissen, die mit Ausnahme sehr abgeleiteter Reihen ebenfalls diese Geißelzahl nicht überschreiten.

Erwähnt muß hier werden die dreigeißelige *Trichloris*. Eine median symmetrische, dorsiventralsymmetrische Polyblepharidine aus deren räumlichen Vorderende zwei Geißeln seitlich symmetrisch ausgehen, während eine dritte in der Mediane nach rückwärts geht. Es ist nicht ausgeschlossen, daß hier die dritte Geißel aus den verwachsenen beiden Geißeln des zweiten Geißelpaares entstanden ist, sie ist etwas dicker als die andern.

Es liegen auch Angaben von eingeißeligen Formen vor: Schewiakoff beschreibt eine eingeißelige *Pandorina*-artige

Volvocacee — *Mastigosphaera* —, und außerdem auch einzeln lebende Type (grün) ebenfalls mit einer Geißel. Solche apikale achsenständige Geißeln gibt auch Francé für eine farblose Form seiner *Polytoma* an. Auch diese Formen wurden nicht wieder gefunden, so daß sie nicht überprüft werden konnten. Es sind aber theoretisch aus der Genese der Geißeln heraus solche Fälle möglich.

Besondere Ausbildungen der Geißeln treten bei den Süßwasserformen nicht auf (dagegen gibt es Formen mit breiten Saumgeißeln, bei einer marinen Gattung der Polyblepharidinen — (*Ulochloris*).

Die Haltung der Geißeln in der Ruhe ist nicht gleich; bei platten Formen, die nur zwei Geißeln haben, stehen die Geißeln in der Mediane der Breitseite, oft in schönem Bogen zurückgeschlagen.

Bei den meisten Figuren ist die Geißelhaltung nicht entsprechend wiedergegeben; was damit zusammenhängt, daß sie im Leben nicht oder nur schwer richtig zu erkennen sind und die Geißelhaltung auch bei der besten und raschesten Fixierung verändert wird. Meist sind die Geißeln in nach außen gerichteten Bogen nach vorwärts gerichtet, bei manchen Formen aber immer knapp über das Vorderende der Zelle hinweg nach rückwärts gebogen. Nur wenige haben eine kleinschlängelnde Bewegung (speziell bei nach rückwärts gerichteten Geißeln). Viele Formen bewegen sich nur nach vorwärts, andere nach vor- und rückwärts gleich gut, andere nur so, daß das Hinterende vorangeht (*Medusochloris*); die meisten haben ausholende Schwingungen der ganzen Geißeln. Beim Verluste werden die Geißeln meist paarweise abgestoßen. Eine Auflösung, wie sie bei Chrysomonaden und auch hier vielleicht nur als Degenerationszustand vorkommt, konnte von mir nie gesehen werden, obwohl ich gerade aus anderen Gründen darnach achtete.

Die Bewegung selber kann sehr verschieden sein. Meistens ist sie mit Rotation verbunden, und manche, speziell platte, Formen zeigen demnach oft eine ausgesprochene Torsion. Dorsiventrale Formen zeigen diese Torsion nicht deutlich und oft ist sie, auch bei anderen Formen, mit einem merkwürdigen, unsicheren Flattern und Schaukeln verbunden. Geradlinige Bewegungen kommen anscheinend nicht vor. Sie werden vorgetäuscht dadurch, daß bei kürzeren Wegstrecken das Bogenstück als solches nicht erkennbar ist. Einige dorsiventrale Formen zeigen ebenfalls schnellend sprunghafte Bewegungen. Andere schieben sich gelegentlich in eine ganz merkwürdigen Weise fort, wobei die Geißelenden dem Substrat anliegen. In dieser Stellung können sie auch, besonders zwei geißelige, Typen oft lange pendeln, wobei der Körper schief absteht. Bei den Polyblepharidinen ist manchmal eine ruckartige Bewegung anscheinend ohne Beteiligung der Geißeln, zu sehen. Vielleicht kommt sie wie bei den Cryptomonaden ohne Geißelanteilmahme zustande.

Das Bewegungsvermögen ist ungemein verschieden. Manche Formen erscheinen, wenn nur die Ortsveränderung allein in Betracht gezogen wird, direkt verkehrt konstruiert: *Mesostigma* und vor allem das koloniale *Gonium*, das sich als kleine nach vorwärts gekrümmte Platte mit der konvexen Fläche nach vorne bewegt.

6. Kontraktile Vakuolen.

Alle Süßwasserformen haben, soweit genau bekannt, kontraktile Vakuolen. Ihre Zahl beträgt bei den meisten Formen zwei, bei kleineren Formen scheint nur eine vorzukommen; doch haben andere Formen deren immer mehrere: *Chlamydomonas biciliata* sechs: drei vorne, drei basal; andere *Chlamydomonas*, *Chlorogonium* u. a. mehrere nur vorne, oder auch über die ganze Zelle unregelmäßig verteilt. Sehr zahlreiche Vakuolen haben die *Sphaerellaceae*. Sind nur zwei Vakuolen vorhanden, so finden sie sich meist im vorderen Teile, dem vorderen Ende sehr genähert und ihrer Lage ziemlich bestimmt. Daß kontraktile Vakuolen innerhalb des Protoplasten wandern, wie es angegeben wird, ist unwahrscheinlich. Die Stellung der Vakuolen ist in Beziehung zur Geißelstellung: sind nur zwei Vakuolen vorhanden, so stehen sie bei zweigeißeligen Formen so, daß ihre Ebene normal zur Geißelebene ist. Man kann daher nicht beide Geißeln und beide Vakuolen gleichzeitig in der gleichen Ebene sehen. Diese Stellung hat bereits seinerzeit Chmiliewski erkannt, Hartmann hat bei *Gonium* wieder darauf aufmerksam gemacht. In den Abbildungen, die ja mehr diagnostisches Bestreben haben, ist auf diese Lage nicht Rücksicht genommen. Wie die Stellung der Vakuolen mit mehr Geißeln ist, wissen wir nicht.

Differenzierte Vakuolenapparate mit Haupt- und Nebenvakuolen sind bei den Volvocalen noch nicht gefunden worden; vielleicht wegen ihrer relativ geringen Größe auch nicht ausgebildet. Über die Organisation der Vakuolen wissen wir hier genau so wenig wie bei den anderen Flagellaten. Ebenso wenig über ihre Vermehrung, ob immer bei der Teilung je eine Vakuole weitergegeben, die andere gebildet wird, wie diese Bildung erfolgt, ob durch Teilung der alten Vakuole oder Neubildung. Ich halte letztere für nicht sehr wahrscheinlich.

7. Andere Zellinhaltskörper.

Neben der Stärke treten auch andere Substanzen in der Volvocenzelle auf. Kleine Öl- und Fetttröpfchen finden sich in allen Zellen; doch meist nur spärlich. Bei den heterotropen Formen aber findet sich meist etwas reichlicher Öl und bei *Tussetia* und vielleicht auch anderen farblosen Formen scheint das Öl der hauptsächlichste Reservestoff zu sein! Selten tritt das Öl in größeren Tropfen auf, meist nur in ganz kleinen Tröpfchen. Anders ist es bei den Sporen. Hier treten Öl und Fette in größeren Mengen auf, oft erscheint der Protoplast förmlich in eine Lage Öl eingehüllt.

Im Plasma findet man auch oft Schollen, meist ziemlich regellos geformt, die sich als „Eiweiß“ erkennen lassen. Inwieweit es sich hier um Reserveeiweiß handelt, ist nicht klargestellt, das Vorkommen derartigen Eiweißes wird vielleicht immer übersehen.

Fast immer findet man in der Volvocenzelle Volutin, meist in der Nähe des Kernes in der Form von Tropfen und rundlicher Ansammlung. Es sind farblose Massen unbestimmter Form, meist zähflüssig bis zu der Konsistenz eines steifen Breies und haben eine stärkere Lichtbrechung wie das andere Plasma. Das Volutin ist in heißem Wasser löslich, verliert aber die Löslichkeit durch Behandlung mit Alkohol, Formol oder konzentrierter Pikrin-

säure. In Alkohol, Chloroform ist es nicht löslich, Alkalien lösen es in kurzer Zeit, ebenso Säuren. Färberisch läßt es sich mit Methylenblau (1:10) färben, wenn man mit 1% Schwefelsäure nachbehandelt. Es bleibt dann nur das Volutin gefärbt. Der Gehalt an Volutin schwankt sehr. Wie Reichenow gezeigt hat, verschwindet es in phosphorarmen Kulturen und ist selber phosphorsäurehaltig und zwar soll es nach Meyer eine Nukleinsäureverbindung sein, was sich auch aus den Reichenowschen Versuchen ergibt. Es ist wahrscheinlich, daß es bei der Teilung der Kerne eine Rolle spielt; die Volutinmassen sind vor der Teilung oder knapp nach der Teilung verändert, sie nehmen mit Hämatoxylin nur ganz blasse Töne an und zeigen dasselbe Verhalten wie in phosphorarmen Kulturen. Das Gleiche hat Lauterborn bei den Diatomeen beobachtet. Es scheint ein Reservestoff für den Kern zu sein (?).

Daneben gibt es auch noch andere Inhaltskörper. Kristalle von Kalziumverbindungen, oft in großer Menge. Ferner stark lichtbrechende Substanzen, die im polarisierten Lichte bei gekreuzten Nikols aufleuchten, bei Zusatz von 20% KOH-Lösung verschwinden, in H_2SO_4 gelöst werden. Sie bleiben mit Alkohol JKJ oder Chloralhydrat anfangs erhalten, verschwinden aber mit der Zeit (Scherff).

Dann gibt es in den Zellen oft noch kleine, fast schwarz erscheinende Pünktchen, die auf ihre Reaktion nicht eingehend untersucht werden konnten, bei ihrer Kleinheit auch nicht Eindeutiges ergeben. Sie treten oft in bestimmter Zahl auf und kommen auch bei den den Volvocalen so nahe verwandten *Tetrasporales* vor.

8. Teilung.

Die Teilung ist, wie bei allen Flagellaten, auch bei den Volvocalen eine Längsteilung, die allerdings, ebenso wie bei den anderen Flagellatenreihen gewisse Modifikationen erleidet.

Sie ist im Prinzip auch bei den nackten Formen gleich der bei Formen, die immer eine differenzierte mit dem Protoplasten nicht zusammenhängende Hülle ausbilden, nur werden hier einige Veränderungen durch den Besitz der Membran hervorgerufen.

Nackte Formen, also die Polyblepharidinen, zeigen die übliche Form der Längsteilung, wie alle anderen nackten Flagellaten. Während oder kurz nach der Teilung des Kernes, und nachdem sich auch der Chromatophor gespalten hat, das Pyrenoid geteilt wurde und kontraktile Vakuolen und Stigma verdoppelt sind — der Vorgang ist bei diesen beiden Organen nicht ganz sicher —, spaltet sich der Protoplast von hinten her schneller, von vorne her langsamer der Länge nach durch, bis sich schließlich zwei sehr halbseitig entwickelte Individuen voneinander lösen. Der Periplast wird auch dann, wenn er deutlich differenziert ist, mitgeteilt und ergänzt sich während der Teilung auf den neu entstehenden Flächen der jungen Zellen. Wenn er besonders weit differenziert ist, hebt er sich manchmal, kurz vor der Durchspaltung am Hinterende ein wenig vom anderen Plasma ab, aber niemals, auch wenn er noch so gut differenziert ist, geht dies so weit, daß er sich bei der Teilung nicht mitbeteiligt.

Die Geißeln werden aufgeteilt, was besonders schön an jenen Formen zu sehen ist, die zwei Paare von Geißeln, also vier Geißeln

haben. Die jungen Zellen haben nur zwei Geißeln, und die fehlenden zwei sprossen in kurzer Zeit aus den neugebildeten Basalkörperchen heraus, so daß Stadien mit zwei langen und zwei kürzeren Geißeln in sich sehr reich teilendem Materiale nichts Seltenes sind. Es ist aber nicht sichergestellt, ob in diesem Falle (vier Geißeln) die den Tochterzellen mitgegebenen Geißeln einem Paare angehören, oder sich auf die beiden Paare verteilen, ob also immer ein neues Geißelpaar zum verbleibenden neugebildet wird, oder ob die durch die Aufteilung der beiden Geißeln eines Paares auf die Tochterzellen halb gewordenen Geißelpaare ihre fehlenden Hälften ergänzen.

Jedenfalls sind die Geißeln einer Polyblepharidinee genetisch nicht gleichwertig, die eine Hälfte geht auf die Mutterzelle zurück, die andere wurde neugebildet.

Bei den Polyblepharidinen, speziell den marinen, treten sehr ungleiche Teilungen auf; die eine Schwesterzelle bleibt oft sehr groß, die andere ist ganz klein. Es kommt zu sprossungsartigen Vorgängen; es sieht aus, als ob die vegetative Zelle eine kleine Tochterzelle ablöste. Ähnliches kommt gelegentlich, wenn auch selten, bei *Pyramidomonas* vor.

Der Besitz einer differenzierten, mit dem Protoplasten nicht im Zusammenhang stehenden Hülle greift in die Teilung der Zelle unmittelbar ein. Die Hülle wird nicht mehr mit dem Protoplast geteilt, der Protoplast teilt sich in der Hülle, die bei dieser Volumszunahme, wenn sie dehnbar ist, ausgedehnt wird. In der Hülle sind dann, je nach der Zahl der Teilungen, zwei, vier oder mehr Teilprodukte, die in der Form von Schwärmen durch Aufreißen, wahrscheinlich unter teilweiser Verschleimung der inneren Schichten der Hülle frei werden und die leere Hülle zurücklassen.

Es bleibt aber nicht nur die Hülle der Mutterzelle zurück, sondern auch der Geißelapparat der Mutterzelle, resp. die Geißeln, die an der Hülle bleiben, soweit sie nicht vorher abgestoßen wurden. Demnach bekommen die neugebildeten Tochterzellen nicht einen Teil der Geißeln der Mutterzelle mit, wie bei der einfachen Längsteilung der nackten Formen, sondern jede Tochterzelle muß erst den Geißelapparat und auch alle Geißeln bilden.

Die Teilung der Länge nach bleibt aber — entweder völlig oder im Prinzip — erhalten. Bei der Teilung hebt sich der Protoplast etwas vom Vorderende der Membran ab. In diesem Stadium ist sehr häufig eine feine plasmatische Verbindung zwischen der Geißelbasis resp. den Basalkörperchen der Geißeln, die meist ziemlich stark glänzen, und dem zusammengezogenen Protoplasten sehr schön zu sehen. Die Kernteilung und Teilung der Chromatophoren erfolgt wie früher. Auch jetzt rückt die Spaltung der beiden



Fig. 32. *Pyramidomonas* — nackte Volvocale, bei der Teilung Längsspaltung des Protoplasten; die beiden Tochterzellen erhalten je ein Geißelpaar der Mutterzelle, das andere Paar wird ergänzt und wächst nach.

Hälften von rückwärts rascher vor als von vorne; schließlich sind die beiden Hälften getrennt. Die Membran hat sich inzwischen erweitert, und obwohl der Protoplast fast ganz in die Tochterzellen aufgegangen ist, die inzwischen ihre eigenen Geißelapparate und Geißeln ausbilden, bewegt sich in vielen Fällen die Mutterzelle noch mit ihren Geißeln. Oft erfolgt noch eine zweite Teilung, die normal zur ersten Längsteilung sich vollzieht. Es entstehen dann vier, durch eine weitere Teilung auch acht oder noch mehr Tochterzellen (bei der Bildung der Zoogameten). Die Tochterzellen entwickeln ihre Geißeln und schwärmen dann als

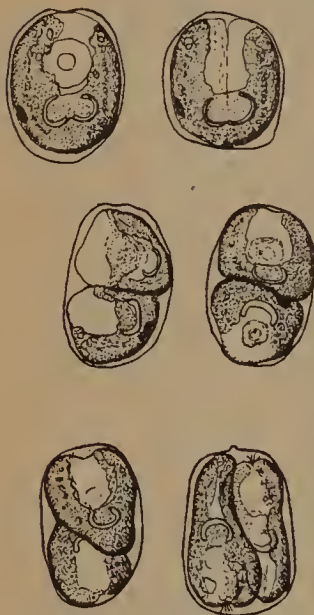


Fig. 33. Sechs aufeinanderfolgende Stadien der Teilung bei *Platymonas subcordiformis* (Wille) Hazen (nach Zimmermann). Längsspaltung der Protoplasten und allmähliche Drehung der Tochterzellen.

Schwärmer aus. Die Lagerung der vier Tochterzellen kann dabei verschieden sein, oft bleiben sie der Länge nach nebeneinander, oder aber sie lagern sich nach der Teilung tetraedrisch. Ihre Membranen bilden sie entweder noch innerhalb der Mutterzelle aus, oder aber sie treten nackt aus und behäuten sich erst in den ersten Stadien des Freiseins.

Die Tochterzellen wachsen, insofern sie nicht Gameten sind, in kurzer Zeit sowohl zur Form und Größe der Mutterzelle heran. Sie stellen, solange sie nicht ausgewachsen sind, Zoosporen dar und nur in dieser Jugendform sind diese Schwärmer als Zoosporen oder Schwärmer zu bezeichnen. Es geht nicht an, die ausgewachsenen Monaden Zoosporen zu nennen, wie es Wille tut. Eine solche Zoospore verhält sich zu einer ausgewachsenen *Chlamydomonas* genau so wie eine Zoospore einer *Ulothrix* zum *Ulothrix*-faden selber. Im Namen der Zoospore liegt nur der Begriff bewegliches Vermehrungsorgan im Gegensatz zum ausgewachsenen vegetativen Individuum.

Bei sehr vielen Formen bleibt es aber nicht bei der Längsteilung. Entweder während oder kurz nach der

Längsteilung drehen sich die geteilten Tochterzellen innerhalb der Membran so weit herum, daß sie schließlich quer zu liegen kommen und die beiden Tochterzellen nicht nebeneinander, sondern, da Vorderende der Mutterzelle oben gedacht, übereinander zu liegen kommen. Diese Drehung während oder auch vor der Teilung läßt sich oft sehr schön verfolgen.

Oder aber der Protoplast der Zelle selbst dreht sich bereits knapp vor der Teilung in der Zelle um 90° herum. Diese Drehung ist leicht dadurch zu erkennen, daß das vorne gelegene Stigma eine seitliche Lage einnimmt und sich am Vorderende vorbeischiebt, oder

daß auch die kontraktile Vakuolen nicht mehr am Vorderende sind, sondern seitlich zu liegen kommen. Ist der Protoplast herumgedreht, kommt es zur Teilung, die natürlich in all diesen Fällen für den sich teilenden Protoplasten selbst immer eine Längsteilung ist und bleibt und nur in bezug auf die Orientierung zur Membran der Mutterzelle eine Querteilung wird.

Teilen sich diese nur scheinbar quergeteilten Tochterprotoplasten wieder, so erfolgt auch an ihnen in bezug auf ihre eigene Gestalt

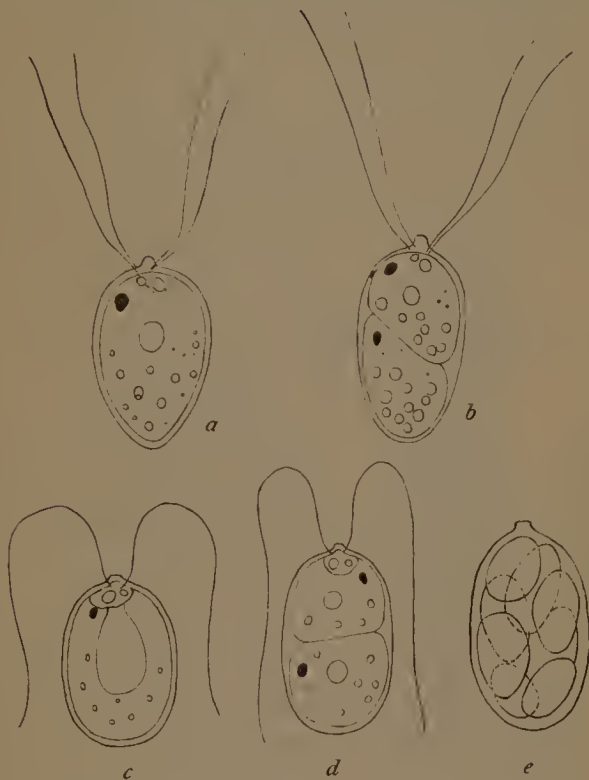


Fig. 34. *a, b Carteria ovata* Teilung; *c, d, e* Querteilung bei einer als *Chl. variabilis* bezeichneten Art (aber nicht mit *Chl. variabilis* identisch) (nach Jacobsen).

nur wieder Längsteilung. Da aber die Tochterzellen sich nach der Teilung oft in der Mutterzellhaut gegeneinander verschieben, so nehmen die Teilungsebenen der Tochterzellen in bezug auf die Längsrichtung der Mutterzellhaut eine verschiedene Lage ein, was noch verwickelter wird, wenn sich die vier Tochterzellen wieder teilen usw. Immer aber wird der einzelne Protoplast der Länge nach geteilt.

Reichenow hat es wahrscheinlich gemacht und nach dem, was ich nicht nur an Volvocales gesehen habe, schließe ich mich ihm ganz an, daß für die Verlagerung der Protoplasten in der Zelle zur Querteilung, die Form der Zelle maßgebend ist. Monaden, deren Membran eine mehr längliche Gestalt hat, zeigen die erwähnte

Drehung des Protoplasten; sie sind gewissermaßen für die Längsteilung in anbetracht ihrer Länge zu schmal gebaut, während Formen mit breiterer Gestalt dieser Querlagerung nicht bedürfen, ihre seitliche Dimensionierung reicht für die Längsteilung aus.

Es sei bemerkt, daß sich das Gleiche auch bei den Eugleninen abspielt. Nach Conrad haben mehr länglich gebaute Trachelomonaden ebenfalls Querteilung, mehr kugelige Arten Längsteilung, wenigstens lassen die von ihm gegebenen Teilungsbilder deutlich diesen Zusammenhang erkennen.

Das Verhalten der einzelnen Organe der Zelle bei ihrer Teilung ist nicht gleich. Kern und Geißelapparat werden am Schlusse dieses Kapitels besprochen werden.

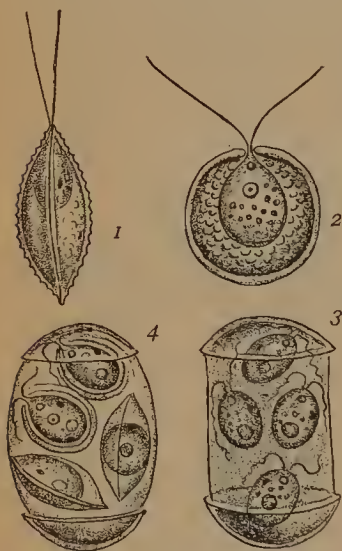


Fig. 35. *Phacotus lenticularis*, beschaltete Chlamydomonadine. Teilung und Bildung der bereits vor dem Austreten beschalteten Tochterzellen (nach Stein).

Der Chromatophor spaltet sich der Länge nach durch und die Teilstücke ergänzen sich in der heranwachsenden Zelle sehr rasch. Sind plättchenförmige Chromatophoren vorhanden, so bekommt jede Tochterzelle die „Hälfte“ derselben mit und schon während der Teilung doch auch vor oder nachher beginnen sich diese kleinen Chromatophoren zu teilen.

Verschieden ist das Verhalten des Pyrenoides, entweder es wird unter Vergrößerung in zwei Teile geteilt und jede der beiden Tochterzellen bekommt ein solches mit. Bei mehreren Pyrenoiden bekommen die beiden Tochterzellen je die Hälfte; es scheint mir noch nicht sicher ausgemacht, ob sich diese dann teilen, so daß jede Zelle dann die Anzahl an Pyrenoiden bildet, wie sie die Mutterzelle hatte, oder ob sich in jeder dieser Zellen die fehlende Hälfte Neubildet. Vielleicht kommen beide Vorgänge vor.

Es kommt aber auch vor, daß das Pyrenoid vor der Teilung nicht mehr zu sehen ist, es wird undeutlicher, verliert seine scharfe Begrenzung,

und schließlich ist kaum mehr ein matter Fleck an seiner Stelle zu sehen. Ob es in „Lösung“ geht, um dann wieder in den Tochterzellen aufzutreten oder ob es in diesem Zustande nur weniger deutlich ist, als bei den Formen, wo es sich nur wenig vor der Teilung, verändert und sich dann in diesem wenig sichtbaren Zustande teilt, ist noch nicht entschieden. (*Chlamydomonas Franki*).

Das Verhalten der Pyrenoide bei der Teilung ist eines der dunkelsten Kapitel in der Morphologie der Algen- und Flagellatenzelle und bedarf der ausführlichsten Untersuchung.

Über das Verhalten der Stigmen sind die Angaben sehr abweichend. Ich glaube, daß die Angaben, nach denen das Stigma bei der Teilung verschwindet, unrichtig sind. Ebenso ist es nicht sicher, daß das Stigma sich teilt. Es scheint mir ganz sicher zu sein und an vielen Formen wurde es beobachtet, daß das Stigma der Mutter-

zelle auf eine der Tochterzellen übergeht und die andere ihr Stigma gewissermaßen neu bildet, ich sage ausdrücklich gewissermaßen, denn auch diese Neubildung kann eine verschloierte Weitergabe durch das alte Stigma sein.

Aus dem Verhalten des Stigma erkennt man aber, daß die Tochterzellen untereinander nicht ganz gleichwertig sind, was auch daraus hervorgeht, daß die Tochterzelle, die das mütterliche Stigma mitbekommt, oft zwei Stigmen hat. Eines dieser Stigmen, ich glaube das Stigma der Mutterzelle, geht dann zugrunde und nur das neu-gebildete bleibt.

Diese Ungleichwertigkeit der Tochterzellen macht sich noch in anderer Hinsicht bemerkbar. Die Tochterzelle, die das mütterliche Stigma mitbekommen hat, erleidet sehr häufig Teilungsverzug, sie hinkt eine zeitlang hinter der Schwesterzelle her und findet erst mit der Zeit ihre Angleichung. Das hat bereits Schmidle in seinen Untersuchungen über *Chlamydomonas Kleinii* beobachtet und ich habe das Gleiche auch an anderen einzeln lebenden Formen gesehen.



Fig. 36. *Chlamydomonas subcaudata*. Rechts zwei Teilungsstadien; die Geißeln der Mutterzellen bleiben an der Muttermembran, die Tochterzellen bilden neue Geißeln (nach Wille).

Zu bemerken ist, daß bei den koloniebildenden Volvocalen bei der Bildung der Tochterkolonien aus den vegetativen Zellen ebenfalls das Stigma der Mutterzellen an einer der Tochterzellen oft deutlich zu sehen ist und anscheinend lange erhalten bleibt. Es ist immer in einer Zelle, die im Stadium der ersten Teilungskugel vorne am Rande der Öffnung liegt; sie kommt dann durch die Umstülpung an das Hinterende der Kolonie zu liegen und wird indes gewöhnlich zurückgebildet.

Über die Teilung der Vakuolen wissen wir gar nichts. Bei den Formen mit vielen Vakuolen wird wahrscheinlich jede Tochterzelle die Hälfte mitbekommen. Wie es bei den Formen ist, die nur zwei haben, ist ganz unklar. Wir wissen hier so wenig wie im ersten Falle, wie sich die fehlenden Vakuolen ergänzen, ob durch Neubildung oder irgendwie durch Teilung. Ja es ist gar nicht ganz ausgemacht, ob tatsächlich die Vakuolen speziell bei den behüteten Formen mit von den Tochterzellen übernommen werden. Hier hat noch gründliche Untersuchung die ganze Sache zu klären, wie ja Pyrenoid, kontraktile Vakuolen sehr vernachlässigte Organe der Zellmorphologie der Flagellaten sind.

Der Protoplastenteilung geht die Kernteilung weit oder etwas voraus. Die Chromosomen gehen anscheinend immer aus dem Außenkern hervor, ihre Zahl ist meist zehn (Hartmann, Dangeard, Bělař, Pascher) oder in der Nähe von zehn bei *Parapolytoma* acht, bei *Polytoma* ebenfalls acht, doch auch

nur vier oder auch zwölf, also nicht ganz konstant bei einer Art und vielleicht verschiedenen Rassen entsprechend. Bei *Haematococcus* sind aber viel mehr Chromosomen vorhanden. Bei einigen Formen sind auch Centriole einwandfrei nachgewiesen (*Polytoma*, *Chlorogonium*, *Eudorina*, *Gonium* u. a.). Die Chromosomen sind oft paarweise gekoppelt: *Chlorogonium*, nach Hartmann; *Polytomella*, nach Doflein. Auf die Streitfrage nach der Allgemeinheit des Centriols und dessen mittelbare Identität mit den Blepharoplasten soll hier nicht eingegangen werden. Ebensowenig auf die alte Streitfrage nach der Beteiligung des Nucleolus an der Bildung der Chromosomen und den Beziehungen zwischen beiden. Hier widersprechen sich die Angaben oder nehmen eine derartige Mittelstellung ein, daß eine definitive Klärung, vielleicht in einer ganz anderen Weise erfolgt. Einigkeit besteht aber darüber, daß der Nucleolus bei der Kernteilung verschwindet.

Statt lange auf die speziellen Vorgänge der Kernteilung einzugehen, sei auf die schematischen Bilder von Entz verwiesen, nicht deshalb, weil ich mich in allen Einzelheiten den Anschauungen Entzens anschließe, sondern weil sie sehr klar tatsächliche Verhältnisse, wenn auch schematisiert, wiedergegeben. Es handelt sich hier um eine Form mit Centriol, als Beispiel für eine Volvocale mit deutlicher, nicht mit dem Protoplasten verbundener Haut, die sich nicht mitteilt, aus der die Teilprodukte ausschlüpfen und die Mutterzellhaut wie den Geißelapparat der Mutterzelle zurücklassen.

9. Koloniebildung.

Eine Reihe der Volvocalen behält die aus einer Mutterzelle hervorgegangenen Tochterzellen in kolonialen Vereinigungen beisammen. Die Art und Weise, wie das geschieht, ist verschieden. Im einen Falle, *Spondylomorom* und *Chlamydobotrys* werden die Zellen nicht durch Gallertschichten zusammengehalten, sondern auf eine Weise locker aneinander verfestigt, die wir noch nicht genau kennen; die Zellen trennen sich auch leicht voneinander. Die Zellen liegen in Kränzen zu vier oder zwei Zellen beisammen. Diese Kränze sind wieder zu mehreren übereinander so angeordnet, daß die Zellen eines Kranzes in die Fugen zweier Zellen des benachbarten Kranzes fallen. Bei vierzähligen Kränzen sind also die Kränze um 45° gegeneinander gedreht, bei zweizelligen Kränzen um 90°. Die Zellen sind bei manchen Arten dadurch asymmetrisch geworden, daß ihre der Kolonie zugewendete Seite bauchig erweitert ist.

Die Bildung neuer Kolonien erfolgt in der Weise, daß sich in den Tochterzellen wieder acht oder sechzehn Zellen bilden, die sich bereits in ihr zu Kolonien zusammenordnen.

Die anderen Volvocalenkolonien sind im wesentlichen ziemlich einheitlich gebaut: die Einzelzellen liegen in ihrer erweiterten und wohl vergallerteten Membran und gegeneinander durch die derbe äußere Schicht der Membran abgegrenzt und schließen mit diesen Membranen in verschiedener Form aneinander. Entweder zu leicht gewölbten Platten oder zu ellipsoidisch-kugeligen Vereinigungen, in denen wieder die Zellen nur zentral vereinigt sind oder peripher äquatorial oder über die ganze Fläche (oft in Kränzen oder auch ohne solche erkennbare Kränze) verteilt sind. Dabei ist die ganze Kugel mit einer Lage gemeinsamer Gallerte, die nach außen durch eine dichtere

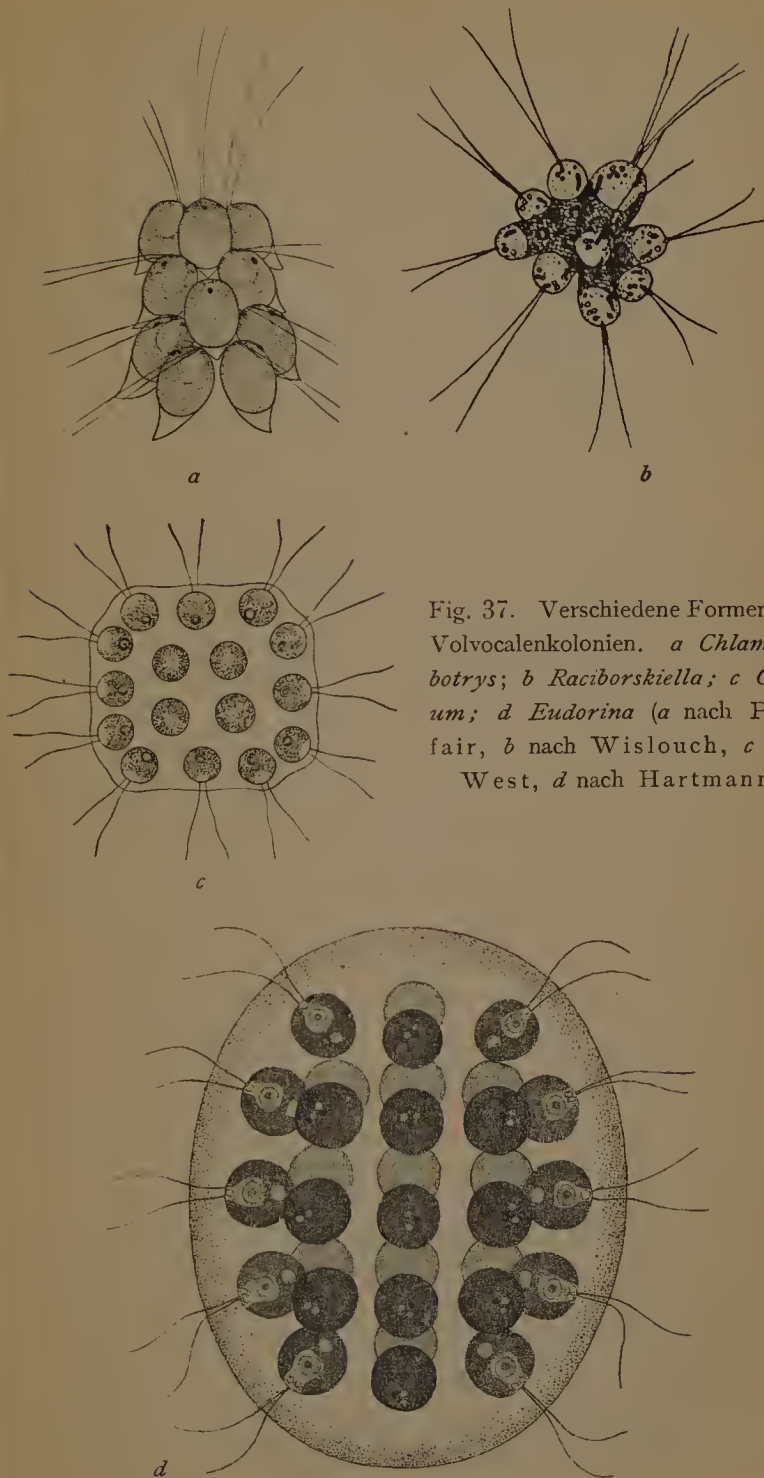


Fig. 37. Verschiedene Formen von Volvocalenkolonien. *a* *Chlamydo- botrys*; *b* *Raciborskiella*; *c* *Goni- um*; *d* *Eudorina* (*a* nach Play- fair, *b* nach Wislouch, *c* nach West, *d* nach Hartmann).

„Kutikular“schicht abgegrenzt ist, überdeckt. Die Zahl der Zellen die eine solche Kolonie bilden können, ist verschieden; 8, 16, 32, 64, 128 bis viele tausend (bis 60000).

Ungenau bekannt ist der Koloniebau von *Stephanosphaera*, in der meist acht Zellen mehr oder weniger peripher in einer Gallertkugel vorhanden sind, deren Geißeln alle gegen einen Pol der Kugel gerichtet sind.

Die Kolonien der eigentlichen Volvocaceen, also ausschließlich der Spondylomoraceen, sind von auffallender Übereinstimmung der Form, und die Differenzen sind eigentlich nur mehr quantitative Natur. Sind bei *Gonium*, speziell bei der sechzehnzelligen Form, die Zellen in einer allerdings nur leicht nach rückwärts gekrümmten Platte vereinigt, deren konvexe Seite alle Geißelpaare aufweist, so ist bei den anderen Volvocalen diese Rückkrümmung der Platte noch weiter durchgeführt, bis sie zu einer Hohlkugel zusammenschließt, die aus den nebeneinander stehenden und in ihren Gallertmembranen

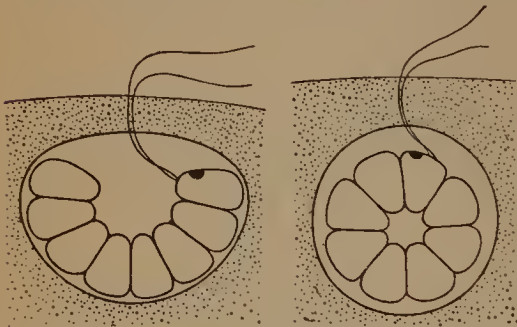


Fig. 38. Tochterkolonie von *Eudorina*. Das Stigma der Mutterzelle bleibt erhalten; Krümmung der Zellscheibe nach vorne (erstes Kugelstadium).

Die Zellen sind in einer Kolonie in ganz bestimmter Weise orientiert, die für alle Volvocaceen gleich ist. Denkt man sich durch eine Volvocaceenzelle eine Meridianebene der monaxial (also polar) gebauten Kolonie gelegt, so liegt die Geißelebene immer normal zu dieser Meridianebene, die beiden Geißeln also immer seitlich symmetrisch zu dieser, und niemals in dieser; die Geißeln eines Zellkranzes innerhalb einer Kolonie stehen daher immer annähernd in einer Ebene normal zur Längsachse der Kolonie. Dagegen liegen die beiden kontraktilen Vakuolen einer Volvocaceenzelle immer in der Meridianebene, da ja ihre Ebene normal zur Ebene der Geißeln steht. Diese Verhältnisse werden meistens völlig vernachlässigt. Die bestimmte Orientierung der Zelle innerhalb der Kolonie spricht sich auch noch darin aus, daß die erste Teilungsebene einer solchen Zelle mit der durch sie hindurchgehenden Meridianebene der Kolonie zusammenfällt, also immer im Sinne der Längsrichtung der Kolonie und niemals quer dazu erfolgt.

Die Zellen, besonders der kugeligen Kolonien, sind aber nicht gleichwertig. Die ganze Kolonie gewinnt durch eine weit gehende funktionelle und damit in Verbindung stehende morphologische Differenzierung der Zellen den Charakter einer Einheits-

eingeschlossenen Zellenkolonie. Die Kolonien bestehen aus mehreren deutlichen Zellkranzen mit einer bestimmten Zellenzahl. Nur bei *Pandorina* und *Mastigospheera* sammeln sich die Zellen mehr oder weniger im Zentrum der Kolonie.

Über die genaue Morphologie der einzelnen Kolonien vgl. die Volvocaceen und die dort behandelten Gattungen.

höheren Ranges. Sie wird zu einem Individuum, auf das der morphologische Terminus Kolonie eigentlich nimmer paßt. Sind bei den einfacheren Formen zwar noch alle Zellen teilungsfähig, so sind doch die vorderen Zellen mit größeren Stigmen versehen, es lassen sich deutlich zwei Pole unterscheiden, von denen der mit den größeren Stigmen vorangeht bei der Bewegung, während die Zellen des hinteren Poles der Kolonie nur kleine, ja sogar manchmal scheinbar völlig verkümmerte Flecken haben.

Schon bei *Eudorina*, aber auch bei *Pandorina*, setzt eine anders gerichtete Differenzierung in der Form ein, daß die Zellen des Vorderendes — meist des vorderen Kranzes aus vier Zellen — in ihrer Teilung resp. in der Bildung der neuen Kolonien gegenüber den anderen Zellen der Kolonie sich verzögern. Sie sind auch manchmal bereits deutlich kleiner, und bei *Eudorina* beteiligen sie sich nicht mehr an der Bildung von Eiern und Spermatozoiden, die noch von allen anderen Zellen gebildet werden können.

Bei *Eudorina illinoensis* ist diese Differenzierung der vorderen vier Zellen noch viel weiter vorgeschritten, sie sind bereits auffallend kleiner und bilden im Gegensatz zu allen anderen Zellen auch durch vegetative Teilung keine Kolonien mehr.

Bei der viel mehrzelligen *Pleodorina californica* ist die Hälfte aller Zellen, die der vorderen Hälfte, auf diese Weise kleiner und, in bezug auf ungeschlechtliche Vermehrung wie geschlechtliche Fortpflanzung, funktionslos geworden, während diese Funktionen für fast sämtliche Zellen der hinteren Hälfte erhalten bleiben.

Bei *Volvox* (im weiteren Sinne) ist diese Differenzierung noch weiter gediehen. Die meisten Zellen sind nur mehr rein vegetativ, sowohl für die ungeschlechtliche Fortpflanzung sind nur einige Zellen jeder Kolonie differenziert, wie auch die Fähigkeit, Geschlechtsorgane zu bilden, immer nur auf wenige Zellen beschränkt ist. Dabei geht diese Differenzierung der zu Vermehrungs- oder Fortpflanzungszwecken bestimmten Zellen so weit, daß sie bei manchen Arten schon in der Mutterkolonie an der ganz jungen Tochterkolonie differenziert werden und frühzeitig erkannt werden können.

Nur diese wenigen zu Vermehrungszwecken differenzierten Zellen pflanzen sich hier fort; die anderen gehen zugrunde; sie sind rein somatisch geworden.

Bei den koloniebildenden Volvocalen ist auch die ganze Zellteilung auf die Koloniebildung eingestellt, und die Koloniebildung ist in bestimmter Weise mit der Zellteilung gekoppelt. Im Detail sind diese Verhältnisse bei den einzelnen Gattungen besprochen.

Gemeinsam ist ihnen allen folgender Vorgang. Alle Zellen der Kolonie (*Gonium*, *Pandorina*, einzelne *Eudorina*-Formen) oder die Zellen der vier hinteren Kränze (*Eudorina*), oder die Zellen der hinteren Hälfte der Kolonie (*Pleodorina*), oder nur die zur vegetativen Vermehrung bestimmten Zellen einer Kolonie, meist nur sehr wenige (*Volvox*), teilen in der üblichen Weise ihren Protoplasten der Länge nach. Die Ebene der ersten Teilung der Zelle fällt immer mit der durch die Zelle hindurchgehenden Meridianebene der Kolonie zusammen; die erste Teilung erfolgt also immer im Sinne der Längsrichtung der Kolonie, nicht quer dazu. Dann erfolgt normal zur ersten Längsteilung eine zweite Längsteilung, und dadurch, daß sich jede Zelle wieder teilt, entsteht

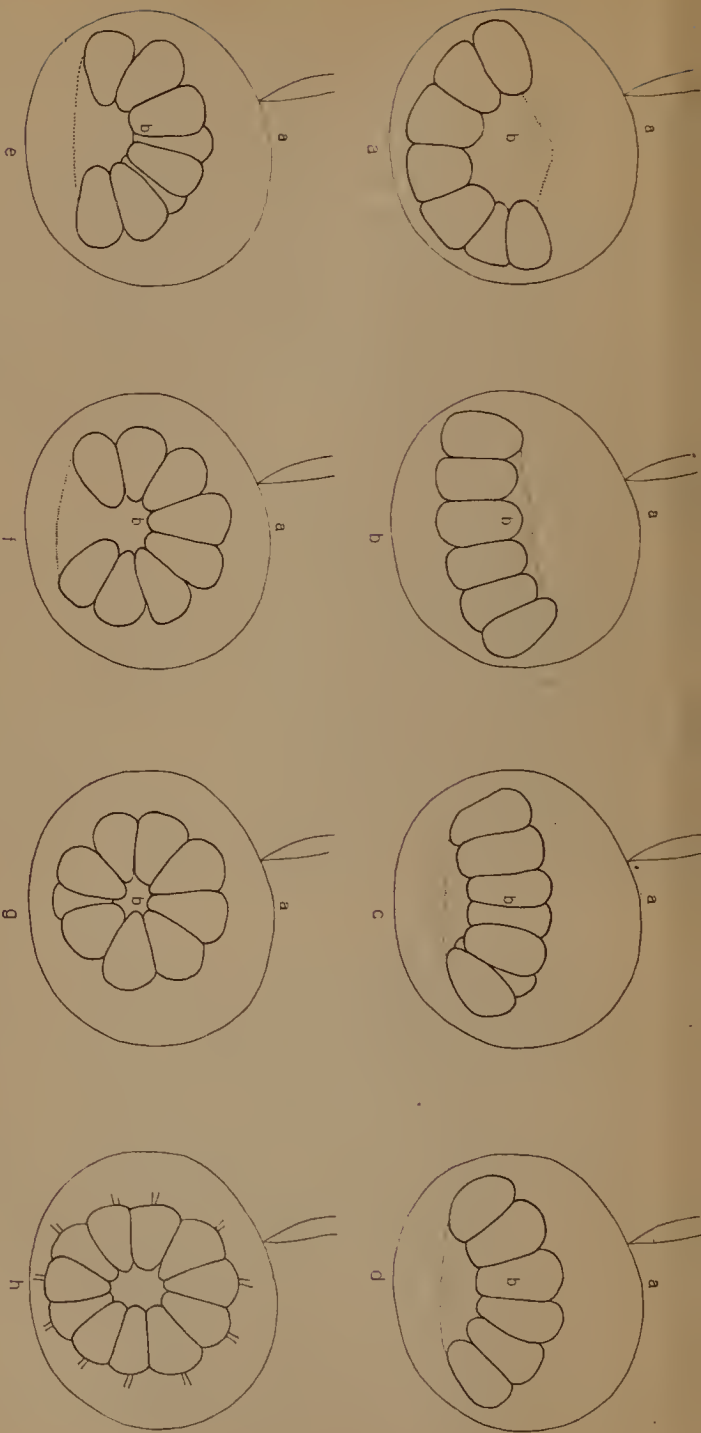


Fig. 39. Bildung der Volvocolenkolonien. *a* die nach mehreren Zellteilungen gebildete nach vorne gekrümmte Zellscheibe; *b* beginnende Abflachung der Zellscheibe; *c, d, e, f, g* aufeinanderfolgende Stadien der zunehmenden Umstülpung der Tochterkolonie; *h* Zusammenschluß zu ihrer definitiven Form. Die Vorderenden der Zellen, die bei *a* dem Zentrum der Mulde zugewendet waren und aus denen Geißeln hervorsprossen, werden durch den Umstülpungsprozeß nach außen gewendet (nach Hartmann).

schließlich eine aus acht Zellen bestehende, kleine, in der erweiterten Membran der Mutterzelle befindliche, etwas nach vorne zusammengebogene Platte. Die offene Seite dieser napfförmigen Zellplatten ist der Peripherie der Kolonie zugekehrt, sieht also nach außen. Die Zellen in dieser Platte verschieben sich etwas gegeneinander, so daß eine sehr charakteristische Anordnung zustande kommt, die den Namen Volvoxkreuz (siehe Fig. 385) bekommen hat. Durch weitere Teilung bilden sich 16, 32, 64, 128 oder noch viel mehr, bis viele tausend



Fig. 40. *Eudorina*; die einzelnen Tochterzellen haben Tochterkolonien ausgebildet (nach Conrad).

Zellen (über diese Teilungen geben die ausgezeichneten Darstellungen Janets Auskunft), die schließlich, besonders bei den Formen mit sehr vielzelligen Kolonien, zu einer von der Mutterzellmembran, die sich kolossal erweitert hat, völlig umgebenen, fast völlig geschlossenen Hohlkugel zusammenschließen.

Die Anordnung dieser Zellen in dieser ersten Form der jungen Kolonien ist eine solche, daß ihre Vorderenden gegen das Innere der Wölbung sehen, die Enden der Zellen aber die Peripherie der Zellkugel, resp. der gekrümmten Zellscheibe bilden. An der erwachsenen Kolonie einer Volvocaceae ist aber die Orientierung der Zellen eine andere. Die Vorderenden der Zellen sind hier gegen die Peripherie gerichtet, die Hinterenden sehen gegen das Zentrum der Kolonie. Die Zellen in den Tochterkolonien müssen nun, um zu

einer fertigen Volvocaceenkolonie zu werden, eine andere Lage einnehmen, sie müssen sich um 180° herumdrehen.

Diese Lageveränderung der Zellen in bezug auf das Zentrum der Kolonie wird in einer bei allen Volvocaceen gleichen Weise vorgenommen. Die durch die Teilung der Mutterzellen erhalten nach vorne gekrümmte Scheibe, resp. die nach vorne zusammen-schließende Hohlkugel beginnt sich von ihrem Hinterende aus umzustülpen, das Hinterende wölbt sich napfförmig nach innen vor. Diese Einstülpung schreitet immer weiter vor, bis schließlich alle Zellen eine Scheibe bilden, die nun nach rückwärts gekrümmt ist und diese durch die Umstülpung der Tochterkolonie bewirkte Rückkrümmung geht so weit, daß schließlich bei den Formen mit kugeligen Kolonien eine Hohlkugel entsteht. Diese neue Hohlkugel zeigt nun eine ganz andere Orientierung: was früher Vorderende war, ist nun durch die Umstülpung der Kugel zum Hinterende geworden, und was früher Hinterende, jetzt Vorderende der Kolonie. Durch diesen Umstülpungsprozeß werden aber auch die früher nach innen sehenden Vorderenden der Zellen nach außen gewendet und ihre früher nach außen gewendeten Hinterenden sehen nun nach innen. Damit haben auch die Einzelzellen die Möglichkeit, ihre Geißeln nach außen zu entwickeln, die ja bei der ersten Form der Tochterkolonien nach innen gerichtet waren, was besonders an jenen Gattungen schön zu sehen ist, bei denen die Zellen die Geißel frühzeitig noch im ersten Stadium der Tochterkoloniebildung ausbilden (*Gonium*).

Ist durch diese Umstülpung die Orientierung der Zellen (Geißelende außen, Basalende innen) definitiv durchgeführt, dann treten die Tochterkolonien aus und werden mit der Zeit frei. Eine weitere Vergrößerung der Kolonien durch Teilung erfolgt nicht, die Teilungstätigkeit der Einzelzellen ist meist völlig sistiert.

Die Mechanik dieser Umstülpung ist noch nicht klar, ob und in welchem Maße Gallerten dabei eine Rolle spielen, ist noch zu untersuchen. Die Umstülpung selbst wurde zuerst durch Morton an *Eudorina illinoensis* beobachtet, später von Kuschakewitsch an *Volvox* und an anderen Volvocaceen durch Hartmann beobachtet. Zimmermann hat eine zusammenfassende, vorzüglich illustrierte Darstellung des Vorganges bei *Volvox* gegeben (siehe *Volvox*).

Über andere, ruhende, koloniale Vereinigungen siehe den Abschnitt Palmellen und Gloeocysten.

10. Unbewegliche Ausbildungen.

a) Palmellen, Gloeocysten und Aplanosporen, Akineten.

Viele der Volvocalen verbringen zwar den größeren Teil ihres Lebens im beweglichen Zustande, haben aber das Vermögen, abgesehen von der Dauersporenbildung durch geschlechtliche Fortpflanzung, auch andere unbewegliche Zustände auszubilden, in denen sie längere oder kürzere Zeit leben können. Bei vielen, vielleicht allen Formen ist die Bildung solcher Zustände durch äußere Faktoren gelegentlich ausgelöst. Andere Volvocalen aber kürzen überhaupt das bewegliche Stadium sehr ab und leben auch ausgiebige Zeit im unbeweglichen Zustand, bis schließlich Formen

resultieren, die dauernd im Palmella oder Gloeocystisstadium leben oder sich räumlich fixieren und nur mehr zu Zwecken der Verbreitung und unter ungünstigen Umständen selber beweglich werden oder bewegliche Tochterzellen ausbilden. Diese größtenteils unbeweglichen Formen sind durch alle Übergänge vermittelt und haben in dieser Süßwasserflora größtenteils ihre Darstellung bei den Tetrasporalen gefunden.

Relativ klar liegt der Fall bei *Chlamydomonas Franki*, wo die sonst bewegliche Monade unter Beibehaltung der Form nur sehr verdickte Membranen ausbildet und unbeweglich wird und sich auch in diesem Zustande teilt. Die Zellen können aber wieder



Fig. 41. *Gloeocystis*-Stadium von *Chlamydomonas Braunii*. Sukzessive Ineinanderschachtelung der Gallerthüllen (nach Goroschankin).

beweglich werden, der Protoplast entwickelt die Geißeln, die verdickte Membran wird abgestreift und es entsteht ein voll bewegliches *Chlamydomonas*-Individuum.

Anders liegt der Fall z. B. bei *Chlamydomonas Kleinii* (Fig. 42); hier umgeben sich die Zellen mit einer weiten Gallerthülle, behalten in ihr die Geißeln bei und sind auch innert der Gallerte kleiner Bewegungen fähig. Bei den Teilungen bildet jede Tochterzelle wieder Gallerten aus und so schachteln sich die Gallerten schichtenartig ineinander und es bilden sich auf diese Weise große am Grunde der Gewässer befindliche Gallertmassen, die bis walnußgroß werden können. Doch können bei dieser Ausbildung auch die Geißeln verloren gehen; dann liegen in diesen Gallensystemen unbewegliche Zellen, die bis auf die Geißeln genau die Morphologie der sonstbeweglichen Zelle haben und sich reichlich vermehren, aber immer wieder die Geißeln entwickeln können und dann wie die Formen, die die Geißel behielten, aus der Gallerte austreten können; eine Zeitlang schwärmen sie frei herum, bilden dann wieder Gallert-

hüllen, werden wenig beweglich und bilden durch Teilung neuerlich solche Gallertlager.

Ist bei *Chlamydomonas Kleinii* der Anteil jeder Zelle an der Gallertbildung infolge der Schichtung noch deutlich zu sehen, so verschwinden bei anderen Formen die Abgrenzungen der Gallertschichten und es bildet sich eine anscheinend strukturlose, homogene Gallerte in der die Zellfolge nur knapp nach der Teilung erkennbar

ist. Auch hier kann es so sein, daß sich innert der Gallerte die Einzelzellen mittels ihrer Geißeln noch bewegen können oder aber die Geißeln verloren haben und nun bewegungslos geworden sind. Im einen wie im anderen Falle erfolgt meist reichliche Teilung.

Ausbildungen der einen Art (mit Schichten) nennen wir *Gloeocystis*-Stadien, Ausbildungen der letzteren Art Palmellen.

Bei diesen beiden genannten *Chlamydomonas*-Arten beginnt das vegetative Leben sich bereits auf das Gallertstadium zu schieben. Da die bewegliche Ausbildung sehr leicht in das unbewegliche übergeht, und dieses eigentlich überwiegt, so könnten diese Formen genau so gut bei den Tetrasporales eingestellt werden, die jene Volvocalenorganisationen zusammenfassen, die vorherrschend in dem unbeweglichen Gallertstadium leben.

Sehr viele Volvocalen aber leben normalerweise nur im beweglichen Stadium. Bei Eintritt ungünstiger Umstände, O-Mangel, Kälte oder Wärme, Wassermangel (z. B. auf festen Nährböden kultiviert) aber bilden sie gewissermaßen in Einstellung dazu ebenfalls solche unbewegliche Gallertstadien, sei es in der Form von Gloeocysten oder Palmellen. Bei Eintritt günstiger Faktoren aber

Fig. 42. *Chlamydomonas Kleinii*. Gloeocystis-Stadium, in welcher die Einzelzellen noch die Geißeln haben; darüber ohne Geißeln; Lager bereits im Beginn der palmelloiden Auflösung (nach Schmidle).

treten die Protoplasten der Gallertstadien, sei es, daß sie die Geißeln behalten haben oder sie wieder neu bilden, (meist ist inzwischen eine rege Teilung durchgeführt worden, denn der Stoffwechsel der Monaden wurde fortgesetzt), als begeißelte Volvocalen aus. So pendeln sie oft zwischen diesen beiden Ausbildungsweisen hin und her.

Diese Fähigkeit, solche Stadien zu bilden, ist bei vielen Arten vorhanden, manchen scheint sie aber zu fehlen. Von sehr vielen Formen ist sie noch nicht bekannt geworden.

Bemerkt sei, daß es Volvocalen gibt (einzeln lebende Formen), die sich nicht im beweglichen Zustande teilen, sondern immer vor der Teilung zur Ruhe kommen, sich mit etwas Gallerte, umgeben und dann die Teilung vollziehen, worauf die Teilprodukte als bewegliche Schwärmer austreten und davonschwimmen.

Die Gallerte ist in ihrer Konsistenz sehr verschieden, oft so flüssig, daß sich die Protoplasten innerhalb der Gallerte bewegen können, oder so konsistent, daß eine solche Lokomotion nicht möglich ist. Beim Austreten dringen die Schwärmer mit einer ganz charakteristischen Geißelstellung durch die Gallerte, auf die bei viergeißeligen Formen Scherffel aufmerksam machte: eine Geißel geht voran, die anderen sind nach rückwärts geschlagen: es sieht so aus, als bohrte die eine Geißel und die drei anderen stemmen.

Palmellen oder Gloeocysten können oft sehr große Lager darstellen, viele Quadratcentimeter groß werden und richtige grüne gelappte Gallertmassen bilden.

Auch einige koloniebildende Volvocalen können ihre Zellen aus dem geordneten Verbande treten lassen, dadurch, daß sich jede Einzelzelle mit einer derben Gallerthülle umgibt und sich dadurch von den anderen, die das Gleiche tun, isoliert. Es kommt dann zur Bildung, ungeordneter Haufen kugelig mit einer Gallertschichte umgebener Zellen.

Es wurde früher erwähnt, daß die Geißeln meist verloren gehen; oft verbleiben dann die kontraktile Vakuolen in Tätigkeit und auch der Augenfleck bleibt erhalten. Es können aber jederzeit die Einzelzellen sich innert der Gallerte auch noch mit derber, meist zwei- oder dreischichtiger Membran umgeben, sie lagern Öl ein und Stärke, außerdem auch häufig viel Hämatochrom und es bildet sich dann ein Haufen roter Sporen. Diese Sporenbildung erfolgt meist innert der zarten Hülle, die jede Zelle umgibt, wir haben sie als eine modifizierte Aplanosporenbildung aufzufassen.

Der nähere Vorgang des Palmelloidwerdens oder der Ausbildung von Gloeocysten ist uns in bezug auf die Genese der Gallerte ganz unklar. Wir wissen über die zellulären Prozesse, die zur Bildung der Gallerthülle führen und die Rolle, die der Protoplast und die Membran spielt, gar nichts; auch nichts darüber, inwieweit der Bildung der Gallerthüllen um diese zur Ruhe gekommenen Zellen gleich ist der Ausbildung der Hüllen an beweglichen Stadien, bei denen durch eine wenig konsistente Masse, die zwischen der konsistenten Membran und dem Protoplasten eingeschoben wird, die Hülle vom Protoplasten abgedrängt wird. Wahrscheinlich handelt es sich um den gleichen Vorgang. Es bleibt dies aber noch zu untersuchen.

Eine andere Form der Dauerzellenbildung ist die, daß sich der Inhalt der Volvocalzelle — das kann bei der beweglichen wie bei palmelloid ruhenden Zelle gleicherweise statthaben — innerhalb der Membran kugelig zusammenzieht, die Geißeln abstößt und sich mit einer derben mehrschichtigen Membran umgibt und dadurch als Dauerspore frei wird, daß sich die Membran der Mutterzelle allmählich auflöst oder allmählich verschleimt. Diese Sporen heißen Aplanosporen. Bei der Keimung entlassen sie einen, seltener zwei Schwärmer, die rasch zur normalen Form der Art heran-

wachsen (Fig. 144). Solche Aplanosporen bilden sich auch in der Weise, daß der Inhalt der gallertumhüllten ruhenden oder der beweglichen behäuteten Zelle als Schwärmer heraustritt, sich aber abrundet und genau so, wie die in der Mutterzelle gebildeten Aplanospore, mit einer derben Haut umgibt und sich auch weiter so verhält. Wir können die in der Mutterzelle gebildeten Aplanosporen auch direkt als den abgeleiteten Vorgang ansprechen. Der Inhalt der Zelle tritt eben nicht mehr aus, um sich außerhalb der Mutterzelle zu encystieren: er vollzieht unter Überschlagnung des beweglichen Stadiums die Encystierung gleich innert der Membran. Die Aplanosporen haben meist eine sehr derbe äußere (oft geschichtete) und eine sehr zarte, innere Membran.

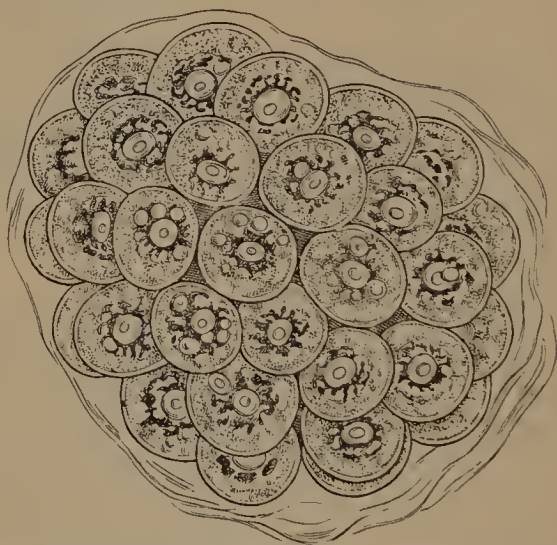


Fig. 43. „Palmella“-lager von *Haematococcus*, hervorgegangen aus Aplanosporen, die wieder Tochterzellen bilden, die noch eine Zeitlang durch die verschleimten Membranen der ersten Stadien zusammengehalten werden (nach Wollenweber).

Das Verhalten dieser Aplanosporen ist nicht gleich. Sie keimen zum Teil in der Weise aus, daß sich die Inhalte der Aplanospore unter Aufquellen und Größerwerden ein- oder zweimal teilen — hier und da unterbleibt auch die Teilung — und unter Verquellen und Aufreißen der derben Membranen als Schwärmer austreten, die sehr bald zur normalen Form und Größe der Monade heranwachsen. Oder häufig auch in der Weise — dies trifft besonders dann allem Anscheine nach zu, wenn die Bedingungen zwar für Vermehrung ausreichen, nicht aber der normalen Erhaltung beweglicher Stadien günstig sind —, daß die Aplanosporen den Inhalt zwei- oder mehrmals teilen, so daß innert der sich vergrößernden Aplanospore zwei, vier oder auch noch mehr Zellen entstehen, die aber nicht als Schwärmer austreten, sondern sich gleich wieder in der Mutterzelle mit einer derben Membran umgeben und wieder zu neuen solchen Aplanosporen werden. Diese teilen sich auf die angegebene Weise wieder, und so können dann ganze Haufen solcher dick-

wandiger Aplanosporen entstehen, die, oft durch Hämatochrom rot gefärbt, durch die etwas verschleimten Membranen der relativen Mutterzellen zusammengehalten werden, doch mit der Zeit frei werden und kleine Lager zusammensetzen. Dies ist in ausgiebiger Weise bei *Haematococcus* (Fig. 43) und jenen Algen der Fall, die den roten Schnee oder den roten Überzug am Grunde austrocknender Wasseransammlungen im Felsen oder in Regenrinnen oder kleinen Bassins bilden. Hier ist eben die Zelle oft nicht ganz ins Ruhestadium übergegangen. Sie hat die Fähigkeit der vegetativen Vermehrung beibehalten und teilt sich, im Gegensatze zum beweglichen Stadium, in dieser geschlossenen Sporenform (ein wichtiger Beleg für die Ableitung der unbeweglichen, membran-geschlossenen Algen- resp. Pflanzenzelle von den ruhenden Formen der beweglichen Flagellatenstadien).



Fig. 44. *Chlamydomonas subcaudato*: Aplanospore, die dadurch entstanden ist, daß sich der Protoplast innerhalb der Hülle zusammenzog und hier eine Spore bildete.

Auch in den Akineten (siehe S. 58) können durch Teilungen Tochterzellen gebildet werden, die ebenfalls imstande sind, sich mit einer derben Membran zu umgeben und damit zu Ruhestadien zu werden. Es lassen sich eben nirgends scharfe Grenzen ziehen.

Ganz analog der Aplanosporenbildung, speziell dem Falle analog, daß die Encystierung des Zellinhalts erst dann folgt, wenn er als vegetativer Schwärmer aus der Zelle ausgetreten ist, sind die Fälle der Encystierung von beweglichen Stadien, die Gameten sind. Bei manchen Formen haben die Gameten, die nicht zur Kopulation gelangt sind, die Fähigkeit, sich abzurunden (bei vielen Formen gehen aber die nichtkopulierten Gameten regelmäßig zugrunde), mit einer derben Membran zu umgeben und zu einer kleinen Spore zu werden, die völlig homolog ist einer Aplanospore und sich nur dadurch von dieser unterscheidet, daß sie eben nicht von einem vegetativen Schwärmer gebildet wird, sondern von einer Zoogamete gebildet ist. Im allgemeinen kommt das nur gelegentlich vor; bei einigen Formen scheint es sehr häufig zu sein¹⁾. Das ist z. B. der Fall bei *Haematococcus pluvialis*, wo die kleinen Schwärmer, die mit den Isozoogameten der anderen *Haematococcus*-Arten ganz übereinstimmen und nur als solche zu deuten sind, nicht kopulieren, sondern sich nach einigem Schwärmen abrunden und zu kleinen Sporen werden, die den Aplanosporen sehr ähnlich sehen und nur viel kleiner sind. Sie wachsen aber mit der Zeit heran und entlassen schließlich einen vegetativen Schwärmer, der

1) Der Fall *Haematococcus* ist daraufhin noch einmal zu untersuchen. Tatsache ist, daß hier Kopulation der kleinen Schwärmer noch niemals mit Sicherheit beobachtet wurde. Das kann darauf zurückgehen, daß *Haematococcus pluvialis* apogam geworden ist oder daß er ausgesprochen heterothallisch ist. Ich halte das letztere für das Wahrscheinlichere; denn die natürlichen Vorkommnisse gehen wohl meist auf Infektionen durch eine Zelle zurück. Zumindest ist es meist der gleiche Stamm, der den roten Belag in einem kleinen Wasserbehälter hervorruft.

wieder zu einer *Haematococcus pluvialis*-Zelle heranwächst. Man kann solche aus Zoogameten hervorgegangenen Sporen vielleicht als Parthenosporen bezeichnen.

Anders sehen unbewegliche Stadien aus, die dadurch entstehen, daß sich die Membranen der beweglichen Zellen einfach sehr stark verdicken, wobei die Form der Zelle im allgemeinen erhalten bleibt, die Geißeln aber abgeworfen werden. Die Membranen sind manchmal deutlich geschichtet. Am einfachsten liegt der Fall bei *Chlamydomonas Franki*, wo die bewegungslosen Zellen z. T. nichts anderes sind, als bewegliche Stadien mit stark verdickten Membranen. Bei der Teilung teilt sich der Protoplast in zwei oder vier Tochterzellen, die sich wieder behäuten, wieder annähernd die Form der vegetativen Zelle annehmen, dabei aber nicht austreten, sondern die Mutterzellhaut sehr stark dehnen. Diese Teilungen können wieder erfolgen. So entstehen dann mehrzellige Verbände von sehr derbwandigen Zellen, die in sukzessive übereinander liegenden Schichten eingeschlossen sind. Dann reißen diese Schichten auf oder verschleimen, und die Tochterzellen, die sich später ebenso verhalten, werden frei. Ich möchte diese Form der unbeweglichen Zellen als den Beginn der Akinetenbildung auffassen, bei der aber die Teilung in diesem Stadium noch erhalten blieb. Die Zellen sind noch nicht ganz Dauerzellen geworden, wachsen und teilen sich noch, können aber, wenn die Umstände noch ungünstiger werden, auch noch in viel derberwandige Stadien übergehen, die keine Vermehrung mehr haben, sondern wirklich die Lebenstätigkeiten fast ganz eingestellt haben. Sie sind damit richtige Sporen geworden vom Typus der Akineten.

Solche Akineten treten nun auf bei jenen Formen der Volvocalen, die in kurzen Zeiträumen sich abwechselnd encystieren oder beweglich werden können, und sich an das Leben in kurz-dauernden Wasseransammlungen angepaßt haben. Dazu gehört die Alge des roten Schnees, *Chlamydomonas nivalis*, und dann (?) die Blutalge der Bassins und Regenrinnen, wie kleinen Mulden, *Haematococcus*, mit seinen drei Arten. Da diese meist auf stickstoffarmen Stellen wachsen, kommt es, vielleicht durch andere Umstände ebenfalls gefördert, zur reichen Hämatochrombildung; die unbeweglichen Stadien und auch die ersten beweglichen Generationen, die aus ihnen hervorgehen, sind rot gefärbt.

Soweit an nackten Formen die Encystierung beobachtet wurde (*Pyramidomonas tetra-rhynchus*) erfolgt sie dadurch, daß sich unter Abwerfen der Geißeln der Protoplast abrundet und eine derbe, nach außen sulpturierte Membran abscheidet. Gleichzeitig hören die Vakuolen langsam auf, zu pulsieren und das Stigma wird undeutlich.

Bei der Keimung tritt bei den asexuellen Cysten von *Pyramidomonas* in den von mir beobachteten Fällen meist nur ein Schwärmer, aus (seltener zwei).

11. Geschlechtliche Fortpflanzung.

a) Gameten und Kopulation.

Bei den nackten Formen (Polyblepharidinen), die keine Hülle haben — ich komme darauf in einer ausführlichen Arbeit zurück —, werden die Zygoten in der Weise gebildet, daß entweder normale

vegetative Individuen verschmelzen (Hologamie), dann als bewegliche Zygozoospore eine Zeitlang, oft lange, schwärmen, umschließen eine membranumhüllte Spore zu bilden. Oder es entstehen entweder im Palmellastadium — oder auch in kleinen asexuell gebildeten Cysten — Schwärmer, die im Prinzip gleich den vegetativen Schwärmern gebaut sind, meist etwas kleiner, aber durch alle Übergänge mit den vegetativen Zellen verbunden sind und ebenfalls kopulieren. Nicht selten kopulieren auch die durch ungleiche Teilung der vegetativen Monade entstandenen Schwärmer, die bereits Dangeard abbildet und die wahrscheinlich bei den meisten Polyblepharidinen vorkommen können.

In den behäuteten Reihen, in denen die Zellen mit einer differenzierten Membran umgeben sind, werden die Geschlechtsprodukte, meistens nach zwei oder mehreren Teilungen des Protoplasten, gebildet. Sie entsprechen in ihrer Form zum Teil völlig, soweit die sexuelle Differenzierung nicht zu weit geht, den jungen vegetativen Individuen und können bei manchen Arten von diesen gar nicht unterschieden werden. Soweit sie beweglich sind, werden

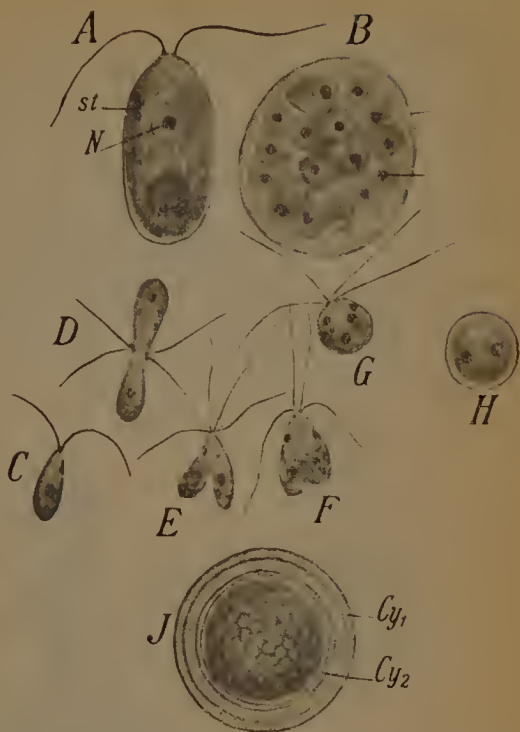


Fig. 45. *Chlamydomonas Steinii*. a vegetatives Individuum; b Gametenbildung; c Gamete; d, e, f, g, h kopulierende Zoogameten; H junge Zygote; J reife Zygote; Cy_1 , Cy_2 die verschiedenen Membranen (nach Goroschankin).

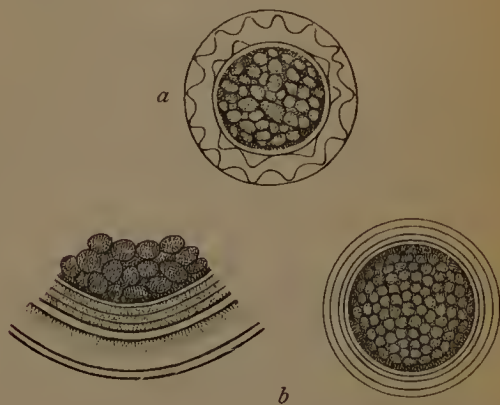


Fig. 46. Verschiedene Zygoten. b *Chlamydomonas Steinii*; links Membran bei stärkerer Vergrößerung. Darüber a Zygote mit warzigsternförmiger, derber Membran (*Chlamydomonas Pertyi*) (nach Goroschankin).

die Geschlechtszellen als Gametozoosporen, Zoogameten, oder auch als Planogameten bezeichnet.

Nur in den wenigsten Fällen liegt ausgesprochene morphologische Isogamie mit untereinander annähernd gleichen Zoogameten vor.

Ob sie völlig gleich sind, wage ich nicht zu behaupten. In sehr vielen Fällen sind die Gameten in ihrer Größe sehr schwankend und variieren in weiten Grenzen. Trotzdem sind hier bestimmte Regelmäßigkeiten in der Kopulation nicht zu bemerken. Es kopulieren ganz große Formen untereinander, ganz kleine Formen und schließlich auch Gameten in allen Verschiedenheiten, so daß bei derselben Art der Eindruck der Iso- wie der Heterogamie zustande kommen kann. Korschikoff, der sich ebenfalls mit diesen

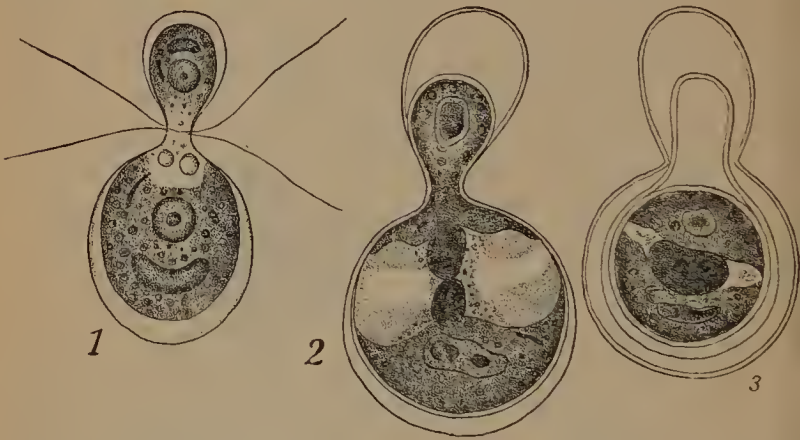


Fig. 47. *Heterogamie*. 1, 2 kopulierende männliche und weibliche Zoogameten von *Chlamydomonas Braunii*; 3 Zygote, an der noch die Membranen der Gameten erhalten sind (nach Goroschankin).

Verhältnissen näher befaßt hat, nennt diese Ausbildungsweise Ataktogamie. Die Differenzen können dabei sehr bedeutend sein: die größeren Varianten der Gameten können von vegetativen Zoosporen, ja unter Umständen, von vegetativen Zellen kaum unterschieden werden. Solche Fälle gibt Korschikoff für *Chlamydomonas conferta*, *atactogama* u. a. an. Ein besonders interessanter Fall, auf den Korschikoff aufmerksam gemacht hat, liegt bei *Chlorogonium euchlorum* vor. Hier entstehen Makrogameten zu vieren, Mikrogameten zu 32 (64?). Die Mikrogameten sind membranlos, die Makrogameten behäutet. Dabei gibt es hier aber auch alle möglichen Übergänge zwischen diesen extremen Gametentypen, und die kleinen Mikrogameten kopulieren untereinander, wie auch mit allen anderen Größenklassen, natürlich auch mit den größten Makrogameten, wenn auch das andere Extrem, die Kopulation der Makrogameten untereinander, noch nicht beobachtet wurde (es scheint aber doch vorzukommen, denn es liegen Abbildungen solcher vor). Diese variablen, noch nicht stabilisierten Verhältnisse sind bei den Volvocalen recht verbreitet und kommen auch bei kolonialen Formen vor (*Pandorina*). Man kann sogar die Frage aufwerfen, ob eine

konsequente Isogamie überhaupt vorkommt. Vergleicht man mit solchen Kopulationsformen das, was als Oogamie bezeichnet wird, so erscheint diese nur als Stabilisierung sonst fluktuierender morphologischer Differenzen: *Chlamydomonas Braunii*, die sehr große weibliche Schwärmer bildet und kleine männliche Schwärmer (Fig. 47), und *Chlamydomonas coccifera* (Fig. 48), bei der sich die eine Zelle in ein unbeweglich werdendes Ei umwandelt, während in anderen Zellen 8—16 kleine Spermazoiden entstehen, die aber noch sehr den normalen Zellbau der Chlamydomonaden haben.

Die Eibefruchtung der Volvocalen *Eudorina*, *Pleodorina*, *Volvox* erscheint dann nur als Endglied, bei dem sich einzelne Zellen zu Eiern umwandeln, andere aber sich zu recht differenzierten und abgeleiteten Spermatozoiden, die bereits mannigfache morphologische Veränderungen erfahren haben, teilen. Diese werden hier auf dieselbe Weise gebildet, wie die vegetativen Zellen, es kommt auch zur Bildung einer oft nach vorne gebogenen Zellplatte, die sich aber



Fig. 48. Oogamie von *Chlamydomonas coccifera*: oben männliche Gameten (Spermatozoiden); links daneben ein Individuum, in dem die Spermatozoiden gebildet werden. Darunter eine Zelle, die sich direkt in ein Ei umgewandelt hat und in welche gerade ein Spermatozoid eindringt (nach Goroschankin).

nicht nach rückwärts krümmt und die kleinen spitzen, langgestreckten, oft mit seitlichen Geißeln versehenen und nur mehr blaßgelben Spermatozoiden, noch in Bündeln oder bereits voneinander getrennt, austreten läßt.

Das anscheinend ganz regellose Kopulieren sehr verschiedener Größenklassen hat bereits Chodat bei seiner *Chlamydomonas intermedia* beschrieben, bei der auch mannigfache Überbefruchtungen, Kopulationen zweier oder mehrerer Gameten stattfanden. Über das Verhalten überbefruchteter Zygoten liegen keine Angaben vor. Bei den oogamen *Chlamydomonas*-Arten hat Goroschankin be-

obachtet, daß auch die bereits befruchtete und bereits behäutete Zygote noch immer anziehend wirken kann auf die Spermatozoiden. Spermatozoiden preßten sich auch dann noch an und ergossen ihren Inhalt auf die Zygote. Vielfache Überkopulationen sah ich bei amöboid kopulierenden *Chlamydomonas*-Gameten.

Die Gameten können behäutet oder unbehäutet sein; letztere kopulieren in allen Lagen, während bei den behäuteten die Kopulation immer mit der Spitze resp. der Membranpapille beginnt. Bei den behäuteten wird die Membran entweder vor der Kopulation abgestreift (oft sehr ungleichzeitig), oder die Gameten schlüpfen erst während der Kopulationen aus ihren Membranen aus. Hierbei können die Membranen verloren gehen, oder die Membranen verkleben miteinander, verquellen auch zum Teil und können auf diese Weise eine Membranschicht um die Zygote herum bilden.

Es ist nicht näher geprüft, ob alle Zellen einzeln lebender Formen zur Bildung der Geschlechtsprodukte befähigt sind. Bei den kolonialen Formen gibt es alle Übergänge zwischen Formen, bei denen alle Zellen Gameten ausbilden können, und solchen, bei denen eine weitgehende Scheidung eingetreten ist und nur ganz bestimmte Zellen Geschlechtsprodukte erzeugen. *Gonium*, *Pandorina* zeigen eine solche Differenzierung nicht, hier sind alle Zellen gleich befähigt dazu. Bei *Eudorina* sind die vorderen vier Zellen kaum mehr, und bei *Eudorina illinoisensis* speziell sicher nicht mehr der Ausbildung von Spermatozoiden oder Eizellen fähig.

Bei *Pleodorina californica* ist die ganze vordere Koloniehälfte steril und bei *Volvox* dienen auch nicht mehr alle Zellen des Hinterendes, sondern nur mehr einige Zellen, in ihrer Zahl bei den einzelnen Arten verschieden, zur Bildung der Geschlechtszellen. So bildet *Volvox globator* am Hinterende meist nur wenige — zwei, drei, seltener fünf — Zellen zu Antheridien um, während *Volvox aureus* sehr viele Zellen, und eine von Powers beschriebene amerikanische Art angeblich alle Zellen des Hinterendes zu Antheridien werden läßt.

Das Gleiche gilt für die Oogonien: *V. aureus* nur wenige Eier, bis 15, oft aber nur eins, bei *V. globator* mehr, nie aber über 64 und im Minimum bei 20. Die Differenzierung in rein somatische Zellen und sexuelle Reproduktionszellen ist unter allen Flagellaten, bei den Volvocaceen am weitesten, durchgeführt. Speziell die Eizellen sind meist bereits bei der Anlage der Tochterkolonien bestimmt und oft sehr frühzeitig erkennbar.

Bei den Volvocalen werden die Geschlechter durch die Reproduktionsbildung aufgeteilt. Die Geschlechterverteilung erfolgt, rein morphologisch betrachtet, keinen bestimmten Regeln. Die Volvocaceen sind in ihren Kolonien zum Teile zwittrig: *Volvox globator*, *Gonium*; oder eingeschlechtig: *Pandorina*, *Eudorina*, *Pleodorina* und *Volvox aureus*. Doch schließt das nicht aus, daß hier auch gelegentlich zwittrige Kolonien auftreten (*Volvox aureus*, *Eudorina*). Die Fälle liegen nicht immer scharf gesondert, auch nicht gegenüber den asexuellen Ausbildungen. Während bei *Volvox* rein vegetativ vermehrende und sexuelle Kolonien sich im allgemeinen scharf gegenüberstehen, findet man doch vereinzelt Kolonien, die neben den vegetativen Vermehrungszellen Antheridien oder Oogonien ausbilden, in seltenen Fällen sogar beide Geschlechter zeigen können. Bei *Volvox* wird bei zwittrigen Formen Proterandrie beobachtet;

sie entwickeln die Antheridien früher als die Oogonien. Es scheint aber auch, vielleicht sogar ziemlich häufig, Selbstbefruchtung vorzukommen. Auch A. Meyer gibt an, daß bei zweigeschlechtlichen Formen die Befruchtung noch in geschlossenen Mutterkolonien erfolgen kann.

Wie die Geschlechterverteilung bei den einzeln lebenden Formen ist, ist noch nicht untersucht. Wir wissen nicht, ob die in einer *Chlamydomonas*-Zelle entstandenen Gameten immer auch untereinander kopulieren können. Tatsache ist, daß Fälle, in denen die Gameten noch innerhalb der Mutterzelle kopulieren, selten sind (Korschikoff hat einen solchen Fall bei *Chl. parallelistriata* beobachtet; ich sah ebenfalls Stadien, die ich nur auf die gleiche Weise deuten konnte). In diesen Fällen scheinen die vegetativen Zellen sexuell nicht differenziert gewesen zu sein und die sexuelle Differenzierung kam erst durch die Teilung, die zur Gametenbildung

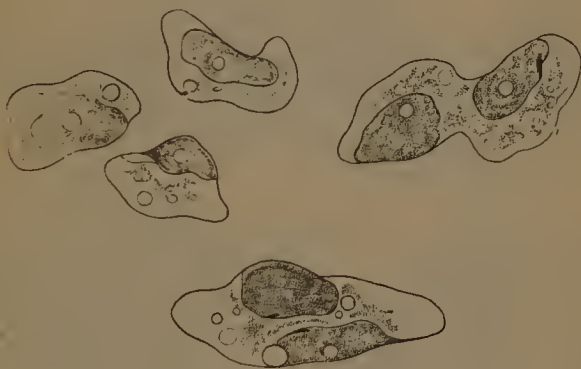


Fig. 49. Amöboide Gameten bei einer *Chlamydomonas*-Art. Rechts und unten kopulierende Stadien.

führte, zustande. Ich meine aber, daß, soweit die Formen haploid sind, im häufigsten Falle Gameten verschiedener Herkunft eher kopulieren werden. Ob aber diese Heterothallie durchgreifend ist, erscheint auch hier zumindest unsicher.

Hier haben ausgedehnte Untersuchungen einzusetzen, auch in dem Sinne, wie die Teilungsvorgänge beschaffen sind, die zu vegetativen Zellen führen und die die Gameten liefern. Ein wichtiger Anteil an der Lösung dieser Frage fällt der Cytologie zu.

Über die Aufteilung der Geschlechter bei der Reduktionsteilung vergleiche das im Kapitel unter Phasenwechsel Gesagte.

Unkopulierte Geschlechtsschwärmer gehen nicht immer zugrunde; oft wachsen sie allerdings verzögert zu vegetativen Individuen heran. Auch hier wird es sehr verschiedene Fälle geben. Unbefruchtete weibliche Schwärmer encystieren sich sehr häufig (Parthenosporen, Azygoten); auch unkopulierte Isogameten tun dies oft. Soweit die männlichen Schwärmer nicht zu weit differenziert sind, können auch sie noch gelegentlich Cysten liefern. Nicht immer aber encystieren sich die unbefruchtet gebliebenen Eier bei den Volvocaceen, oft gehen sie zugrunde. Ich sah aber auch, daß solche unbefruchtete

Eier sich wie vegetative Vermehrungszellen benahmen und im Begriffe waren, eine kleine Tochterkolonie zu liefern.

Neben dieser Kopulation im monadoid-beweglichen Zustande liegen auch Beobachtungen vor, daß geschlechtliche Fusionen auch in anderer Form bei den Volvocaceen vor sich gehen. Chodat sah Zellen, die im unbeweglichen Palmellastadium waren und fusionierten. Bei einer *Chlamydomonas*-Art konnte ich sehen, daß die Gametozosporen unter Verlust der Geißeln völlig amöboid wurden und amöboid miteinander kopulierten. Die amöboide Zygote kroch herum; es kam zu Fusionen mit anderen solchen amöboiden Zygoten, wie auch mit weiteren amöboiden Gameten. Auf diese Weise kamen plasmodiale Vereinigungen zustande, die sich schließlich zu derbwandigen, formlosen Cysten encystierten (Fig. 49, 49a).

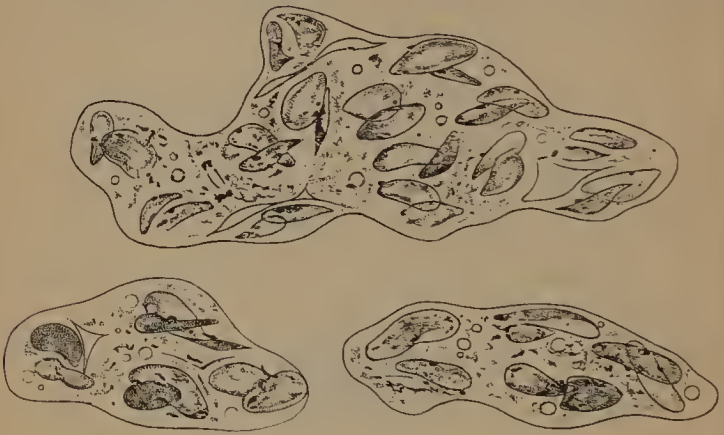


Fig. 49a. Verschiedene durch Fusion amöboider Zygozosporen entstandene plasmodiale Vereinigungen.

Da amöboide Stadien auch bei den asexuellen Schwärmern höhere Grünalgen vorkommen, ist die Möglichkeit vorhanden, daß solche amöboide Stadien bei den Volvocales nicht nur bei Geschlechtsschwärmern, sondern auch bei vegetativen Schwärmern vorkommen.

b) Zygote und Reduktionsteilung.

Die fertige Zygote bzw. Eispore, die nach kürzerer oder längerer Schwärmzeit aus den kopulierten Gameten, die oft lange Zeit als Zygozospore beweglich bleiben, entsteht, ist bei den bis jetzt bekannten Süßwasservolvocales als Dauerspore ausgebildet und mit dicken Membranen umgeben. Bei behäuteten Gameten bilden die miteinander verbackenen Membranen nicht selten eine oft allerdings leicht vergängliche Außenhülle. Die eigentliche Zygotenmembran selber ist mehrschichtig, meist dreischichtig, die äußere Schicht oft mit charakteristischen Skulpturen versehen, doch auch glatt. Zellulosereaktion gibt meist nur die innerste zarte Schicht, seltener die inneren Schichten; die anderen sind durch Einlagerungen verändert. Der Inhalt ist durch Öl resp. Hämatochromeinlagerung rot gefärbt; außerdem sind oft massenhaft Stärkekörner in ihr.

Vor der Keimung erfolgt die Reduktionsteilung und es treten bei den meisten Formen vier Schwärmer aus der vergrößerten, nunmehr ergrüntten, mit aufgequollenen Membranen versehenen Zygote heraus, die sich wie die durch Teilung der vegetativen Zelle entstandenen Schwärmer verhalten. Sie haben meist nicht völlig die Form der erwachsenen Individuen, erlangen bald aber deren Gestalt und Größe. Dies trifft bei den allermeisten einzeln lebenden Formen zu und auch für die koloniebildende Gattung *Gonium*.

Aber es scheint bereits bei den einzelligen in manchen Arten ein Teil der reduzierten Zellen zugrunde zu gehen, so daß bei der Keimung der Zygote schließlich nur ein oder zwei Schwärmer austreten. Es ist nicht ganz sicher, ob dies bei allen beobachteten Formen die Regel ist, oder ob es ausnahmsweise durch irgend-



Fig. 50. a—e Keimung der Zygote von *Chlamydomonas Ehrenbergii*. Bei e die jedenfalls durch die Reduktionsteilung entstandenen Schwärmer, die sich bei f nochmals geteilt haben; g aus der Zygote freigewordene Schwärmer (nach Goroschankin).

welche uns unbekannte Störungen aufgelöst wird, jedenfalls erfolgt eine Rückbildung der vier reduzierten Keime der Zygote regelmäßig bei den meisten kolonialen Volvocalen, speziell bei *Pandorina* und *Eudorina* und aller Wahrscheinlichkeit nach auch bei *Volvox* resp. *Pleodorina*. Bei den beiden erstgenannten Volvocaceen geht meistens nur ein großer Schwärmer (sehr selten drei oder vier) aus der Zygote hervor (von denen aber alle bis auf einen, einen verkümmerten Eindruck machen), während die anderen drei zugrunde gegangen in Form kleiner Plasmabällchen in der gekeimten Zygote zu sehen sind, resp. zurückbleiben (Fig. 53). Dieser Schwärmer verhält sich hier genau so wie eine vegetative Zelle, er führt dann die entsprechenden Teilungen zur Bildung der zunächst nach innen gebogenen Zellplatte durch, die durch Umstülpung dann die für die Kolonie definitive Anordnung und Orientierung der Zellen erreicht.

Bei *Volvox* tritt insofern eine Modifikation dieses Vorganges ein, als der allem Anscheine nach einzige, nach Verkümmern der drei anderen Zellen gebliebene Schwärmer nicht aus der Zygote austritt, sondern, noch umgeben von der Zygotenmembran, die Kolonie bildet. Die äußere Membranschicht der Eispore — das Epispor — hebt sich dabei



Fig. 51. Zygotenkeimung bei *Gonium pectorale*. *b, c* Bildung der vier haploiden Zellen; *d* Austreten derselben aus der Zygote (nach Schreiber).

sehr weit ab und verquillt, die innere — das Endospor — quillt sehr auf; das Epispor reißt und der Inhalt der Zygote, umgeben von dem verquellenden Endospor, tritt aus und der ausgetretene Protoplast bildet bald eine zarte Wand gegen das Endospor aus. Eine Ansammlung hyalinen Plasmas an einer Stelle markiert noch das Vorderende des

Schwärmers, der aber als solcher nicht mehr beweglich wird, sondern bald Teilungen einleitet. Die ersten Teilungen gehen durch das hyaline Vorderende der unbeweglichen Zelle,

entsprechen also normalen Längsteilungen und durch weitere Teilungen, die völlig denen entsprechen, die in einer vegetativen Zelle der *Volvox*-Kolonie z. Bildung einer neuen Kolonie führen, kommt es hier unter Umstülpung zu einer neuen *Volvox*-Kolonie.

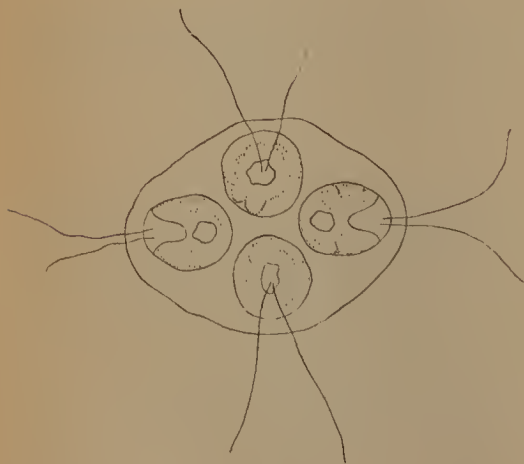


Fig. 52. Kleine vierzellige Kolonie, die aus der *Gonium*-Zygote austritt, deren Zellen bereits (paarweise) sex: differenziert sind (n. Schreiber).

Innerhalb der Volvocales vollzieht sich demnach dieselbe Erscheinung wie bei anderen Algen (Konjugaten u. a.): die vier durch Reduktionsteilung entstandenen Keime der Zygote, die ursprünglich alle lebensfähig sind, werden bei vorgeschrittenen Typen zum Teil lebensunfähig und nur zwei oder ein solcher Keim tritt noch als haploider Schwärmer aus, bis auch schließlich dies Schwärmstadium unterdrückt wird und die Zygote gewissermaßen nur die Reduktionsteilungen durchführt, drei der haploiden Kerne zugrundegehen läßt und dann als haploid gewordene Zelle sich weiter entwickelt: Vorgänge die ja auch bei höheren Pflanzen mannigfache Analogien haben.

Es sei erwähnt, daß es auch einzeln lebende Formen zu geben scheint, die ebenfalls aus der Zygote statt der vier Schwärmer nur zwei oder einen hervorgehen lassen. Leider sind gerade die Chlamydomonaden darin noch sehr schlecht untersucht.

Durch die schönen Untersuchungen Schreibers wurde gezeigt, daß durch die mit der Keimung der Zygoten verbundene Reduktionsteilung bei den kolonialen Volvocales auch die Aufteilung der beiden Geschlechter erfolgt (*Eudorina*, *Gonium*, *Pandorina*). Er zeigte, daß bei den vier aus der Zygote von *Gonium* austretenden Zellen nur immer zwei dasselbe Geschlecht haben. Kolonien, aus einer Zygote stammend, können daher untereinander geschlechtliche Fortpflanzung haben. Anders liegt der Fall bei *Eudorina* und *Pandorina*, aus deren Zygoten nach Unterdrückung von drei Keimen nur ein Schwärmer hervorgeht. Eine aus einem solchen Schwärmer hervorgegangene Keimkolonie ist eingeschlechtlich; Kulturen, die also auf eine Zygote zurückgehen, zeigen keine geschlechtliche Fortpflanzung. Es sind dazu noch Kulturen notwendig, die auf den Keim einer anderen Zygote mit dem andern Geschlecht zurückgehen. Es läßt sich vermuten, daß für *Pandorina* dieselben Verhältnisse zutreffen, da auch bei *Pandorina* nur ein Schwärmer aus der Zygote hervorgeht. Mit dem Zugrundegehen der drei anderen haploiden Keime in der Zygote von *Eudorina* und wahrscheinlich auch von *Pandorina* wird auch das eine Geschlecht für die Nachkommen der Zygote ausgeschaltet resp. unwirksam gemacht.

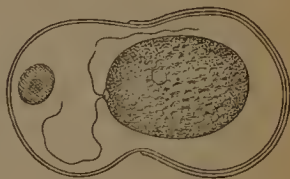


Fig. 53. Keimende Zygote von *Eudorina*; drei der zur Haploidie reduzierten Zellen sind zugrunde gegangen; es tritt nur ein haploider Schwärmer aus (nach Otkroff).

c) Phasenwechsel.

Der Wechsel der Kernwertigkeit resp. der Chromosomenzahl scheint klar zu sein. Die vegetativen Zellen, ob einzeln lebend oder in Kolonien vereinigt, sind haploid. Die diploide Phase ist auf die Zygote beschränkt und wird bei der Keimung durch die Reduktionsteilung unter Bildung von vier Keimen, von denen zwei oder auch drei zugrundegehen können, auf die haploide Phase zurückgebracht. (Zimmermann, Schreiber, Pascher, u. a.). Die Volvocales sind also Haplobionten.

Es taucht aber doch die Frage auf, ob sich alle bekannten Formen diesem Schema einfügen. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß es im vegetativen Zustande diploide Volvocalen gibt. Zunächst erinnere ich daran, daß die Chromosomenverhältnisse einzelner Formen sehr unklar liegen. Entz hat gezeigt, daß *Polytoma* eine sehr wechselnde Zahl von Chromosomen hat, 4, 8 und 16 und die Angaben der Chromosomenzahlen anderer Formen schwanken auch (Doflein gibt 5 an, die meisten anderen Autoren haben die Durchschnittszahl 10 gefunden). Entz schließt aber, ausgehend von den Ergebnissen Zimmermanns über die Reduktionsteilung bei *Volvox* und meinen *Chlamydomonas*-Kreuzungen, die Möglichkeit einer anderen Lokalisation der Reduktionsteilung aus. Ich möchte dies nicht tun und halte nach wie vor die Existenz diploider Volvocalen für möglich, ja sogar wahrscheinlich. Wenn auch die Beobachtungen, daß Gameten innerhalb ihrer Mutterzelle miteinander kopulieren, abgesehen von der Auffassung, daß diese Arten diploid sind, auch noch eine andere Erklärungsmöglichkeit finden können, so geben uns jedenfalls auch die Fälle sehr zu denken, bei denen die Zygozoospore lange beweglich bleibt: *Chlamydomonas*-Arten mit Zygozoosporen, die bis einen Monat schwärmten und dabei völlig den Eindruck selbständiger Organismen machten, ja sogar als solche beschrieben wurden (siehe *Chlamydomonas paradoxa* resp. *Tetradonta*). Hier ist die diploide Phase, und zwar vegetativ, längerlebig und man kann solche Fälle gut als den Anfang einer Lebensform betrachten, bei der die diploide Phase überhaupt zur vegetativen wird. Vielleicht entspricht u. a. *Raciborskiella* in der von Wislouch studierten Form der diploiden Ausbildung.

In allen diesen Fragen haben bei den einzelligen Volvocalen die notwendigen Untersuchungen, die vorherrschend zytologisch sein müssen, noch nicht einmal begonnen.

12. Atypische Ausbildungen.

Unter größerem Materiale findet man nicht selten abnorme Ausbildungen, besonders wenn dies Material aus älteren Kulturen stammt, die nicht aufgefrischt wurden. Solche Abnormitäten können sich auf verschiedene Organe der Zelle beziehen. Formen mit mehreren Pyrenoiden oder Pyrenoiden, die in Teile zerfallen; Formen, die statt eines Chromatophoren deren mehrere ganz oder nur halb durchteilte haben, der aber oft auch nur sehr stark vergrößert ist. Oft sind Pyrenoid und Stigma in der Teilung vorgeeilt, sind verdoppelt, aber dann trat Teilungshemmung ein, der Chromatophor wurde nur entsprechend vergrößert, ohne sich geteilt zu haben und das Resultat sind ganz abnorme Formen. Dies wird dann noch gesteigert, wenn sich dabei auch der Geißelapparat verdoppelt hat, so daß dann statt zweigeißeliger Formen viergeißelige entstehen mit vergrößerter Zelle und oft doppelten Stigma und Pyrenoide. Diese Formen sind nicht immer leicht als Abnormitäten zu erkennen und machen manchmal den Eindruck, als läge eine ganz andere Form vor. Andere Abnormitäten sind unvollständige Trennungen. Im Prinzip bereits geteilte Protoplasten, die nur mit einer dünneren oder stärkeren Plasmabrücke zusammenhängen, fallen ohne weiteres auf; nur darf man sie nicht verkehrt lesen und

als beginnende Kopulationen deuten, wie es bereits manchmal geschehen zu sein scheint.

In Kulturen auf Agar wurde beobachtet, daß wohl die Verdoppelungen der Organe durch Teilung durchgeführt werden, ohne daß es aber zur Trennung der Protoplasten kommt, — es entstehen dadurch pseudogame Plasmodien, die oft vielen Einzelindividuen entsprechen. Geitler hat in der letzten Zeit solche von *Pyramidomonas* beschrieben (auch von *Chlorogonium*).

13. Verwandtschaft.

Die Volvocalen stehen nach unseren derzeitigen Kenntnissen unter den Flagellaten ganz isoliert. Wir kennen keine Flagellatenreihe, die mit einfachem Bau die charakteristischen Merkmale der Volvocalzelle verbände. Eine Beziehung zu den braunen Chrysomonaden, wie auch zu den grünen Heterochloridalen, kommt aus verschiedenen Gründen nicht in Betracht. Hier sind die Unterschiede tiefgreifend, anderes Assimilat, andere Farbstoffe resp. Farbstoffe, die sich zumindest in der quantitativen Zusammensetzung der Komponenten nicht gleich verhalten, ein ganz anderer Bau der Sporen (bei den beiden genannten Reihen zweischalige und endogen gebildet), und bei den meisten Chrysomonaden wie allen Heterochloridalen eine ganz andere Begeißelung. Auch die mit den *Heterochloridales* eng verwandten resp. mit ihnen beginnenden Heterokonten haben mit den mit den Volvocalen beginnenden Chlorophyceen nichts zu tun.

Von den Cryptomonaden resp. Desmomonaden und Peridineen scheidet die Volvocales ihr anderer radiärer, und auch, wenn dorsiventral, doch ganz anderer Bau der Zelle, und jeglicher Mangel des Furchensystems, das so charakteristisch für die drei genannten Gruppen von Flagellaten ist. Außerdem ist die Geißel verschieden. Diese drei Gruppen haben bandförmige Geißeln, die Volvocalen nicht¹⁾. Dann fehlen den Volvocalen ganz die braunen Farbstoffe der genannten Gruppen. Gemeinsam ist nur der Besitz von Pyrenoiden und die Bildung von Stärke, die übrigens auch bei vielen Formen der braunen drei Gruppen in der typischen Ausbildung fehlt. Gerade in den Pyrenoiden und im Vorkommen der Stärke weisen aber Cryptomonaden und Volvocales große Unterschiede auf: die Cryptomonaden haben freie Pyrenoide außerhalb der Chromatophoren, und niemals Stromastärke, die Volvocales im Chromatophor eingesenkte Pyrenoide und Stromastärke; ferner die Bildung von Cysten mit einer Zellulose-haltigen Membran. Diese ist aber primär auch bei den Chrysomonaden und vielleicht auch bei den Heterokonten vorhanden, sie stellt vielleicht überhaupt einen gemeinsamen Zug in allen Gruppen des Pflanzenreiches dar. Ich kann den Anschauungen einzelner Forscher in der Bedeutung der Cryptomonaden für die Ableitung der Volvocalen nicht folgen. Noch weniger aber

1) Die Angaben über bandförmige Geißeln bei Volvocalen sind mit Vorsicht aufzunehmen; es handelt sich um marine Formen, die während der Beobachtung Konzentrationsänderungen ihres Mediums mitmachten und dann lebend oder fixiert untersucht wurden. Hierbei kommt es sehr häufig zu Geißelverquellung und Verbreiterungen.

kann ich anderen Forschern folgen, die, ohne die Cryptomonaden genauer zu kennen, aus einer verschwommenen Vorstellung über die Polychromie der Cryptomonaden heraus in ihnen das in allen Farben schillernde Magma für alle gefärbten Algenreihen sehen wollen.

Die von Korschikoff aufgestellte Gruppe der *Protochlorinae* hat, soviel ich gesehen habe, keine Beziehung zu den *Volvocales*, vielleicht handelt es sich hier um eine Seitenreihe der Cryptomonaden.

14. Umgrenzung der Volvocalen innerhalb der Chlorophyceen.

Im allgemeinen Teile zu den Chlorophyceen wurde bereits auseinandergesetzt, daß die beweglichen Monadenformen allmählich in einzelnen Vertretern ihr vegetatives Leben auf unbewegliche Ausbildungen verlegen und es Übergänge gibt zwischen den Volvocalen und Tetrasporalen, wie Volvocalen und Protococcalen.

Tatsächlich kennen wir eine Reihe von Formen, bei denen wir nicht imstande sind zu sagen, in welchem Stadium sie vorherrschend ihr Leben verbringen, und von denen ausgehend alle Übergänge zu Formen vorhanden sind, die ausschließlich als palmelloides oder gloeocystisartiges Gallertstadium leben, um nur mehr gelegentlich die bewegliche Ausbildung als Schwärmer zu haben. Mit anderen Worten, es wird eine Reihe von Formen geben, die sowohl bei den Volvocalen wie auch Tetrasporalen eingestellt werden könnten, und deren Stellung, da ja die Grenzen zwischen Volvocalen und Tetrasporalen gleitende sind, eben gemäß der Auffassung der einzelnen Autoren schwankt. So könnten z. B. einige hier bei *Chlamydomonas* eingestellte Arten genau so gut bei den Tetrasporalen ihren Platz finden, da sie allem Anscheine nach mehr in Gallertlagern leben; umgekehrt gibt es Autoren, die Gattungen, die sonst als Tetrasporalen aufgefaßt werden (*Asterococcus*) als Volvocalen ansehen.

Das gleiche gilt für die sich festsetzenden Formen, die sich ablösen können, die von Einzelnen noch bei den Volvocalen, von Anderen bei den Tetrasporalen behandelt werden.

Ich habe, so weit als möglich, nur jene Formen als *Volvocales* behandelt, die tatsächlich — mit wenigen Ausnahmen — als Flagellaten leben, also in der charakteristischen Ausbildung und Lebensform mehr oder weniger beweglich sind und möchte alle vorherrschend in unbeweglichen, gallertigen Stadien lebenden Ausbildungen bei den Tetrasporalen einstellen.

Was für die *Tetrasporales* in ihrer Abgrenzung von den *Volvocales*, gilt auch für Übergänge zwischen *Volvocales* und *Protococcales*, die erst in letzter Zeit von Korschikoff behandelt wurden. Auch hier neige ich dazu, diese Übergangsformen, sobald sie ihre ontogenetische vegetative Abschlußform im unbeweglichen Stadium verbringen, mit den *Protococcales* zusammen zu behandeln. Es handelt sich dabei nur um die Anordnung in der Darstellung.

Nun sind aber die *Tetrasporales* wie auch die *Protococcales* dieser Süßwasserflora bereits vor vielen Jahren erschienen. In dieser Zeit wurden viele solcher Übergangsformen zwischen *Volvocales*

und *Tetrasporales* und *Protococcales* gefunden und untersucht (hauptsächlich durch Korschikoff). Soweit sie nicht bereits im Hefte V der Süßwasserflora behandelt sind, sind sie in einem Anhang an diese Volvocalenbearbeitung zusammengestellt, der zugleich als Ergänzung und Verbindung zwischen diesem Hefte und dem Hefte V dienen soll.

15. Systematik der Volvocales.

Die Gliederung der Volvocales ist, wie die der meisten Flagellatenreihen, meist künstlich und überhaupt ein Provisorium, das die verwandtschaftlichen Beziehungen nur zum Teil wiedergibt. Die Darstellung wird dadurch erschwert, daß wir derzeit noch sehr wenig von den Volvocalen wissen — sie gehören zu den nur wenig bekannten Gruppen — und dann, weil einzelne ihrer Reihen anscheinend in vollster Entwicklung begriffen sind, so daß sich daraus Übergänge und unklare Umgrenzungen ergeben, die für eine „übersichtliche“ systematische und nur deskriptive Darstellung natürlich erschwerend sind, die Volvocales selber aber zu einer der reizvollsten Gruppen machen.

Im großen Ganzen lassen sich rein deskriptiv vier Gruppen festhalten. Die erste umfaßt die nackten Formen, die keine differenzierte Membran haben, höchstens einen, allerdings oft weit entwickelten Periplasten. Sie werden als Polyblepharidinae zusammengefaßt und haben bei der völlig überflüssigen Frage, sind die Volvocalen Flagellaten oder Algen, eine große Rolle gespielt. Da für sie keine geschlechtliche Fortpflanzung bekannt war, so nahmen sie innerhalb der Volvocalen in den Anschauungen vieler Systematiker eine besondere Stellung ein. Nun ist aber geschlechtliche Fortpflanzung bei Polyblepharidinen bereits bekannt (*Dunaliella*), Wislouch gibt sie für *Raciborskiella* an; auch bei *Pyramidomonas* und *Asteromonas* kommt sie vor. So fällt dieser Gegensatz zwischen Polyblepharidinen und Volvocalen weg. Ich schätze aber auch den Besitz einer Hülle nicht zu hoch ein für die Systematik. In anderen Flagellatenreihen hat die Hülle in keiner Weise die systematische Wertigkeit wie bei den Volvocalen: ich verweise auf die Chrysomonaden, wo der Besitz der Hülle eine für die Einteilung ganz untergeordnete Bedeutung hat. Ich möchte auch nicht den Umstand verschweigen, daß die Membran der Chlamydomonadaceen recht verschieden ausgebildet wird und außerdem auch an den jungen Zellen nicht immer gleich zur Entwicklung kommt, daß also auch hier weitgehende Differenzen vorhanden sind. Dazu kommt der Umstand, daß gerade viele Polyblepharidinen in ihrer übrigen Morphologie keinen primitiven Eindruck machen, im Gegenteil sehr abgeleitete Formen zu sein scheinen. Ich verweise auf die Gattung *Pyramidomonas*, auf die Korschikoffsche *Spermatopsis*, auf *Ulochloris* mit ihren beiden Saumgeißeln, auf *Medusochloris* mit Klappbewegung, auf die merkwürdige *Trichloris*, auf die farblos gewordenen Formen wie *Polytomella* oder *Furcilla*, oder gar an das allerdings nicht ganz sicher hierhergehörige, animalisch lebende *Collodictyon*. So scheint mir der „primitive“ Charakter der Polyblepharidinen in ihrer Allgemeinheit nicht sicher, es können neben primären genau so gut abgeleitete, sekundär vereinfachte Formen dabei sein.

Was die behäuteten Formen anbelangt, die eine differenzierte Membran haben, innerhalb welcher die Teilung der Protoplasten so erfolgt, daß beim Freiwerden der Tochterzellen aus der Mutterzelle die leere Membran zurückbleibt (es gibt genau die gleichen Ausbildungen auch bei den anderen Flagellatenreihen), so lassen sich, und es geschieht dies auch allgemein, wieder zwei Gruppen unterscheiden: die Gruppe der Sphaerellaceen und der Chlamydomonadaceen, erstere mit abstehender Hülle, etwas anderem Protoplasten und lockerem Chromatophoren und merkwürdigen radiären Auszweigungen des Protoplasten, die die Hülle in bestimmter Weise durchsetzen und vielen Vakuolen, während die anderen diese Eigenschaften nicht haben, auch wenn die Hülle absteht. Im Prinzipie stellen erstere aber doch nur eine kleine Variante des Volvocalen Zellbaues dar. Die erste Gruppe läßt sich im allgemeinen gut umgrenzen; sie umfaßt den einzellig lebenden *Haematococcus* und die koloniebildende *Stephanosphaera*. Ich meine aber, daß sich Übergänge zwischen beiden Gruppen finden und daß vielleicht auch in der Gattung *Volvox*, die ja inhomogen ist und speziell in der Gruppe des *Volvox globator* Übereinstimmungen vorhanden sind, die bei eingehenderer Kenntnis der Volvocinen auch systematischen Ausdruck finden müssen. Das wurde bereits von mehreren Autoren geäußert. Vorderhand reichen aber unsere Kenntnisse dazu nicht aus.

Trennen wir die *Sphaerellaceae* von den anderen behäuteten Formen ab, so bleibt ein ganz inhomogener Rest, der eine weitere Einteilung nur nach ganz äußerlichen Merkmalen erlaubt. Sowohl die Gruppierung der einzelnen Formen ist, ebenso wie die Gattungsumgrenzung ganz künstlich, die eigentlich nur nach praktischen Gesichtspunkten erfolgt und schließlich große Gattungen übrig läßt, die all das umfassen, was eben nicht leicht und sicher genug herausgehoben werden kann. So kommen die großen und künstlichen Gattungen wie *Chlamydomonas*, *Carteria* und *Polytoma* zustande. Geißelzahl, Form der Hülle, ob starr oder nicht starr, einteilig oder aus zwei Schalen bestehend, ob mit Chromatophoren oder nach Reduktion derselben ohne solche, das sind die Momente der Gattungsumgrenzung, wozu noch spezielle, isoliert stehende Sonderentwicklungen der Zelle kommen.

Die kolonialen Ausbildungen, die in ihren höchsten Entwicklungen völlig Individuen höherer Ordnungen sind, bilden natürlich keine systematische Einheit, sondern sind Konvergenzen verschiedener Reihen. *Spondylomorium* und *Chlamydobotrys* haben mit den anderen engeren Volvocaceen nichts zu tun und die Autoren, die diese beiden Gattungen als eigene Familie den anderen Gattungen gegenüber stellen wollen, sind sicher im Rechte; ich folge ihnen und trenne von den Volvocaceen die Spondylomoraceen ab, erstens wegen der ganz anderen Form der Kolonien und dann vor allem auch wegen ihrer anderen, im übrigen herzlich schlecht bekannten Entwicklung der Kolonien aus Einzelzellen.

Dann bleiben in den eigentlichen Volvocaceen vor allem die Gattungen *Gonium*, *Pandorina*, *Eudorina* und der als *Volvox* zusammengefaßte, insbesondere von englischen und amerikanischen Forschern (Powers und Shaw), zerteilte inhomogene Formenschwarm. Diese Gattungen stehen einander nahe, *Gonium* trotz der flachen Kolonien doch gewissermaßen ein Anfangsstadium der kugeligen Kolonien, *Pandorina* und *Eudorina* nicht scharf gegeneinander abzugrenzen,

und wenn man will, auch die vielzellige *Pleodorina californica*, zu *Volvox* überleitend, dem Paradestück kolonialer Vereinigung der Flagellaten. Fraglich ist nur die Gattung *Volvox* selber, die speziell in der *globator*-Reihe nicht mit den anderen *Volvox*-Arten zusammengehört. *Mastigosphaera*, *Stephanoon* sind zu wenig bekannt, scheinen aber im allgemeinen mit den anderen Volvocaceen übereinzustimmen; *Platydorina* ist eine extrem abgeleitete derzeit anschlußlose Form, die aber trotz ihrer Abgeplattetheit mit *Gonium* nichts zu tun hat.

Damit sind die Süßwasservolvocales, soweit wir sie jetzt kennen, erschöpft. Apochromatische, farblose Seitenäste kommen bei den Polyblepharidinen und Chlamydomonadaceen vor. Ob die Volvocalen apochromatische Formen ausgebildet haben, ist mehr als unsicher.

Eine Bemerkung sei noch über die Art- resp. Gattungssystematik, die der hier vorliegenden Bearbeitung zugrunde liegt, gemacht. Sie gründet sich vor allem auf die Form der vegetativen Zellen, die Beschaffenheit des Chromatophors, der Pyrenoide, der Membran und der Papillen, auch, soweit bekannt, der sexuellen Fortpflanzung und der anderen vegetativen Stadien. Ich habe aber dem Besitz oder dem Fehlen von Pyrenoiden nicht den Wert beilegen können, wie andere Autoren, Gobi, Wille oder Korschikoff. Dies gilt besonders für die Chlamydomonadaceen, speziell in den Gattungen *Chlamydomonas* und *Carteria* und ich habe die auf den bloßen Mangel von Pyrenoiden gegründeten Gattungen, wie *Chloromonas* und *Tetramastix*, nicht aufrecht erhalten können. Es scheint tatsächlich oft so gewesen zu sein, daß zwei nahe verwandte Arten sich in der Ausbildung der Pyrenoide verschieden verhielten, sonst aber gleich blieben. Dies trifft bei *Carteria* wie bei *Chlamydomonas* zu; die Aufteilung solcher Ausbildungen auf zwei ganz verschiedene Gattungen hieße, die ohnehin so künstliche Systematik bewußt noch äußerlicher machen.

16. Bestimmung und Untersuchung.

Die Bestimmung der Volvocalen, d. h. deren Identifikation mit bereits beschriebenen Formen ist schwierig und nur bei jenen relativ leicht, die morphologisch aus dem Durchschnittstypus herausfallen, dadurch, daß sie einzelne Organe in ganz besonderer Weise entwickelt haben (Membran und Papille, Stigma, Chromatophor, Form der Zelle). Ist das aber nicht der Fall, ist die Art mehr durch das gegenseitige Verhältnis der Organe nach Form und Größe charakterisiert, so ist die Bestimmung schwierig.

Das hat zwei Gründe. Zunächst sind manche Beschreibungen von vornherein sehr mangelhaft und für eine einwandfreie Wiedererkennung nicht zureichend. Bei älteren Autoren ist jeder Versuch, manche von ihnen beschriebene Formen zu identifizieren, ein sibyllinisches Orakeln. Aber auch die sorgfältigste Beschreibung kann versagen und ist trotz aller Genauigkeit noch unzureichend, weil die Terminologie feine Nuancen der Form nicht mehr ausdrücken kann. Hier muß die Zeichnung aushelfen, und zwar nicht die Zeichnung, die alles was zu sehen ist wiedergibt, sondern die, die bei sorgfältiger Beobachtung die charakteristischen Details, also nur das Wesentliche wiedergibt.

Der andere Grund liegt aber in den Organismen selbst. Zur Bestimmung notwendig ist reichlicheres und völlig erwachsenes Material. Das gilt weniger von den oben erwähnten morphologisch durch irgendein Merkmal besonders deutlichen Formen, als vielmehr für die weniger auffällig charakterisierten. Zunächst deshalb, und das kann nicht genug betont werden, weil junge Zellen knapp nach der Teilung meist etwas anders aussehen, oft gestreckter spitzer, oft auch runder sind und kleinere Chromatophoren besitzen, die Membran nicht völlig ausentwickelt haben usw. Darauf ist immer zu achten, zumal bei dem Umstande, daß manchmal fast das ganze Vorkommen einer Art im gegebenen Momente im gleichen Teilungs- oder Entwicklungsstadium sein kann.

Das Gleiche gilt auch für Material, das sichtlich aus Palmellen oder Sporen hervorgeht, also bei Vorkommnissen an Stellen, die kurz zuvor ganz ausgetrocknet waren. So kann — eben ausgetreten, doch auch länger — *Haematococcus* ganz zarte, eng anliegende Hüllen haben, denen dann auch die beiden Geißelröhrchen fehlen. Er sieht dann einer großen *Chlamydomonas* sehr ähnlich, und ist nur an den allerdings schwer sichtbaren zahlreichen kontraktilen Vakuolen zu erkennen.

Einige der kolonialen Formen können ihre Einzelzellen aus dem Verbande lösen: *Gonium*, *Eudorina* und *Pandorina*, wie auch besonders leicht *Spondylomorom*. Diese freigewordenen Einzelzellen sehen dann Chlamydomonaden zum Verwechseln ähnlich und hier kann nur die Kenntnis der weiteren Entwicklungsgeschichte entscheiden.

Ebenso ist sehr darauf zu achten, ob ein Gallertstadium, in dem nur wenig bewegliche, im Besitze von Geißeln befindliche Chlamydomonadenzellen liegen, das normal vegetative Stadium ist, oder ob es nur vorübergehend gebildet wird.

Palmellen als solche, oder Sporen sind meist unbestimmbar. Oft hilft die Kultur in flüssigen Medien, ohne oder mit nur sehr spärlichem Nährstoffgehalt, die Auflösung der Palmellen in bewegliche Zellen beschleunigen.

Bei den kolonialen Formen ist bis auf *Volvox* im allgemeinen die Bestimmung der Art sehr leicht. Es ist aber hier zu bedenken, daß fast alle beschriebenen Arten von *Gonium*, *Pandorina* und *Eudorina* u. a. Sammelarten sind, wie natürlich auch sehr viele der einzeln lebenden Formen, die erst geklärt werden müssen. Alle Untersuchungen haben hier aber von Einzelindividuen auszugehen und nur solche können Klärung ergeben. Massenmaterial einer Art ist meist uneinheitlich, besonders von Stellen, wo von vielen verschiedenen Seiten her sich Wasser ansammelt, weniger Material, das in mehr ephemeren Wasseransammlungen aufgeht und manchmal direkte Rohkulturen einer einzigen Art darstellt.

Anders liegt die Sache bei Bestimmung kultivierten Materiales. Formen, in Nährlösungen kultiviert, ändern mit der Zeit n-gemein ab, und die dabei erhaltenen Veränderungen sind gerade bei den Volvocalen viel größer als bei anderen Flagellatenreihen. Es schwankt dabei die Größe in viel weiteren Grenzen, überstürzte Teilungen oder auch das Gegenteil davon, Teilungshemmungen, schaffen außerordentliche Extreme. Dabei ändern einzelne Formen in ganz unglaublicher Weise ab, so daß schließlich der allergrößte Teil des Materials, verglichen mit dem Ausgangsmaterial, kaum mehr als dasselbe wiederzuerkennen ist.

Kultur auf festen Nährböden wandelt bewegliche Formen meist in unbewegliche, meist durch geschichtete oder formlose Gallerten zusammengehaltene Massen unbeweglicher Zellen um (Palmellen oder Gloeocysten). Meist sind die Geißeln an solchen Zellen zurückgebildet, Vakuolen und Stigma sind aber oft dabei vorhanden. In dieser Form sind sie unbestimmbar. Sie müssen erst ins bewegliche Stadium übergeführt werden, was in Lösungen frei oder fast frei von Nährstoffen besser gelingt als in den üblichen Nährlösungen, die nach Uspensky meist zu arm an Eisen sind. Damit sind aber wieder die Nachteile der flüssigen Kulturen verbunden und eine sichere Identifikation ist nicht immer leicht. Bestimmt sollte immer sofort das Material aus der Rohkultur oder aus dem Freilandfunde werden. Ziemlich Abhilfe aber schafft Kultur in Erdabkochungen, in denen scheinbar die nötigen Reizstoffe sind, die im Freilande vorkommen und das „normale“ Aussehen der Formen mitbedingen.

Jedenfalls sollen aber die Nachteile der Kulturmethoden, die bei Verfeinerung unserer Kenntnis der Kulturbedingungen immer mehr eliminiert werden, nicht überschätzt werden.

Das Material soll womöglich direkt im Fundwasser untersucht werden. Langer Transport schadet sehr. Da die ökologischen Bedingungen der einzelnen Arten in sehr weiten Grenzen zu schwanken scheinen, ist es schwer allgemeine Regeln aufzustellen. Kühlhalten ist immer von Vorteil. (Einschlagen der Sammelgläser in feuchtes Filtrierpapier). Sorgfältig gereinigte Sammelgläser und Korke, falls nicht in offenen Gefäßen gesammelt wird, wenig Wasser, damit der Sauerstoff leicht eindringt, sind Bedingung. Zur Ansammlung zerstreuter Formen kann man ihre Phototaxis ausnützen: Abdecken des Gefäßes und Freilassen einer kleinen offenen Stelle. Statt der Pipette empfiehlt sich mehr das Benützen einer kleinen Drahtöse, die leicht ausgeglüht werden kann. Ausglühen vermeidet Vermischungen der nacheinander untersuchten Materialien. Ebenso sollte man die verschiedenen Materialien immer mit verschiedenen Pipetten abnehmen.

Manche Chlamydomononadinen, auch Volvocaceen verändern bereits durch den kleinsten Druck des Deckglases die Form der Zelle auch innerhalb einer differenzierten Hülle. Man berücksichtigt mehr freischwimmende Formen oder die, die sich nur mit den Geißeln an einer der beiden Glasflächen festhalten und langsam pendeln. Besonders bei O-Mangel und CO₂-Anreicherung tritt ebenfalls Formveränderung ein. Vorsichtiges Durchziehen von Wasser vermeidet dies etwas.

Vorübergehender Morphiumzusatz — Durchziehen von 5 bis 10%igen Lösungen sistiert die Bewegung und erleichtert die Beobachtung der Organe. Bei zu starken Lösungen oder zu langer Einwirkung verändern sich die Protoplasten oft weitgehend. Vor allem wird auch die Beobachtung der pulsierenden Vakuolen schon bei geringen Morphiummengen gestört, verlangsamt und dadurch erschwert.

Alle Formen sind gegen das übliche destillierte Wasser infolge seines Gehaltes an Schwermetallen empfindlich.

Schwierigkeiten macht die Beobachtung der Geißeln. Für die Bestimmung kommt nur der stärkere, basal gelegene Teil, nicht das

peitschenförmige, dünnere Ende in Betracht. Für den geübten Beobachter sind die Geißeln einer ruhenden Monade meist leicht oder unschwer sichtbar. Schwierigkeiten machen dabei höchstens sehr feingeißelige Arten. Bei Formen mit Gallerthüllen zeigen die Poren der Gallerte, durch welche die Geißeln nach außen treten, die Geißeln an und man kann sie an der Hand dieser Lokalisierung leichter erkennen. Dagegen sind die bei Manchen beliebten Drehungen des Spiegels oder das Senken und Emporheben des Kondensors für die Geißelbeobachtung nicht günstig, da sie ja ganz veränderte Bilder ergeben, die mannigfache Deutungen erlauben. Zusatz von Jodwasser genügt meist für die Geißelfeststellung zu Zwecken der Bestimmung. Sehr empfehlenswert ist die Methode die E. Pringsheim verwendet. Über einen durchsichtigen hohlgeschliffenen Objektträger kommt in einem kleinen flachen Tropfen, der die Ränder der Aushöhlung des Objektträgers nicht berühren darf, das zu untersuchende Material auf die Unterseite eines Deckglases. An den Rand des Deckglases wird ein Tropfen Jodlösung gebracht, der infolge der Kapillarität zwischen Objektträger und Deckglas bis zum Rande der Aushöhlung vordringt und hier langsam verdampft. Die vom Volvocalen hältigen Wassertropfen des Deckglases absorbierten Joddämpfe genügen meist um den Organismus zu fixieren und die Geißeln deutlich zu machen. Diese Methode hat den Vorteil, daß die Lage des zu untersuchenden Organismus nicht wie beim Durchziehen der Flüssigkeit während der Beobachtung verändert wird.

Es muß nicht erst darauf aufmerksam gemacht werden, daß bei den Volvocalen die Geißeln leicht abgestoßen werden. Da dies Abstoßen paarweise geschieht, kann es geschehen, daß eine viergeißelige Form, dadurch, daß ein Paar abgestoßen wurde, für eine zweigeißelige gehalten wird.

Die Einschußkörper der Zelle, wie Stärke, Fette und Öle, Volutin werden mit den für diese Stoffe geeigneten Reagenzien nachgewiesen.

Die Fixierung und Präparation der Volvocalen für zytologische Zwecke und die Methoden dieser Untersuchungen fallen weit über das hinaus, was die Süßwasserflora geben will. Hierüber findet man das Wichtigste angegeben in den Arbeiten der Hartmannschule, die auf Schaudinn zurückgeht und in den cytologischen Arbeiten der anderen Autoren (Zimmermann, Entz u. a.).

Eine gute Konservierung von Volvocalenmaterial ist nicht sehr leicht und für die Diagnose auch nicht recht vorteilhaft. Rasches Fixieren mit Formaldehyd (10% oder konzentrierter), Fixieren mit schwachem Flemming, Überführung in Alkohol und Aufbewahrung in hochprozentigem Alkohol (97 oder 100), Fixierung mit Sublimat nach den üblichen Methoden und Auswaschen des Sublimates mit Jod; Aufbewahrung in Alkohol; Fixierung in Pfeifferschem Gemische, sie alle ergeben hier nur relative Resultate, so vorzüglich diese Methoden der Fixierung für zu konservierendes Material der anderen Algen sind. Mit Geißelverlusten wird man immer rechnen müssen. Und keine Konservierungsmethode (abgesehen von Untersuchungen rein cytologischer Art) ersetzt die Vorteile der Beobachtung lebenden Materiales, an dem gleich die notwendigen Reaktionen gemacht werden.

Zum Schluß sei ausdrücklich auf Hartmann, Praktikum der Protistenkunde hingewiesen, in dem einige Volvocalen ausführlich behandelt sind und in dem auch das Grundlegende über die Präparations-, Fixierungs- und Färbemethoden zu finden ist.

17. Lebensweise, Ernährung und Kultur.

Bei der großen Formenfülle der Volvocalen und der geringen Kenntnis der meisten Formen — viele wurden erst ein einzigmal gefunden — ist es klar, daß wir über die Lebensweise der allermeisten Volvocalen kaum etwas wissen. Die wenigsten von ihnen sind ausgesprochen katharob. Dazu gehören die größtenteils noch unbeschriebenen Formen der kalten Quellwässer und kalten Bäche, sowie die der klaren Seen. Charakteristisch für die meisten einzeln lebenden Formen, wie auch einige koloniale Formen (*Pandorina*, *Gonium*, auch *Eudorina* zum Teil), ist der Umstand, daß sie oft in stark verunreinigten Gewässern vorkommen und hier oft in ungeheuren Mengen erscheinen. Viele Chlamydomonaden sind charakteristische Bewohner der Straßengraben, der Regenpfützen auf den Straßen, alter Wiesentümpel und Wasseransammlungen, auch der kleinsten auf gedüngten Äckern. Ja einige leben direkt in verdünnter Mistjauche und zwar auch gefärbte Formen. Ziehen einige kühlere Gewässer, die leicht beschattet und oft mit Wasserpflanzen überdeckt sind (*Volvox*), vor, so zeigen andere keinerlei Beziehung zu Temperatur und O-Spannungsschwankungen der üblichen Grenzen. Viele speziell einzeln lebende Volvocalen kommen wieder in den Lehmgruben der Ziegeleien, aber auch in Mergelgruben vor.

Charakteristisch sind einzelne Volvocalen des Schmelzwassers der Moore, des Eises auf stehenden Gewässern. Dabei lassen sich zwei Gruppen erkennen: die einen, auf gedämpftes Licht abgestimmt, sind bei Eisbedeckung in den obersten Schichten aber bei eisfreiem Zustande in die Tiefe gegangen. Andere vertragen das volle intensive Licht der Frühlingssonne auf den freiwerdenden Wasseransammlungen der Torfmoore sehr gut, sinken aber dann später während der warmen Zeit als Dauersporen ab. Darüber soll später eine kleine Studie veröffentlicht werden. Viele reagieren je nach dem Grade ihre phototaktischen Empfindlichkeit in auffallender Weise auf Beleuchtungsunterschiede (*Volvox*-Wanderungen).

Eine ökologische Gruppierung der Volvocalen ist noch völlig unmöglich; dazu müssen, abgesehen vom Mangel an Angaben über das Zusammenleben, auch die einzelnen Formen viel besser unterschieden werden, als es jetzt der Fall ist, wo die wenigen gebräuchlichen *Chlamydomonas*-Namen für alle möglichen Formen gebraucht werden und keine eindeutige Einsicht erlauben. Es gibt ganz bestimmte Formen, die fast nur in Algenwatten zu finden sind, während andere typische Planktonten darstellen. Zu den reinen Wasser liebenden Formen gehören alle jene, die die charakteristischen Bewohner der leicht austrocknenden Vertiefungen in nackten Felsen, und auch der künstlichen Wasserbehälter bilden, z. B. *Stephanosphaera*, *Haematococcus*, zu denen noch eine Reihe noch nicht studierter kleiner und kleinster *Chlamydomonas*-Arten gehört.

Bemerkt sei ferner, daß es zur Ausbildung von Wasserblüten in großen Gewässern durch die Volvocalen vielleicht niemals kommt, dafür aber in kleineren Behältern zu um so intensiveren Vergrünungen des Wassers, die oft eine weitgehende Abhängigkeit vom Gehalt an organischen Substanzen, der P_H -Konzentration, wie auch der Beschattung zeigen. Eine große Rolle spielt auch hier die Selbstvergiftung des Milieus, in dem sie leben, wenn diese auch bei vielen Formen nicht so rapid eintritt, wie bei anderen Formen (Chrysomonaden).

Von Wasserblüten bildenden Formen kommt in der freien Natur eigentlich nur *Volvox* in Frage, meist aber auch hier nur in kleineren bis ganz kleinen Gewässern, diese allerdings oft förmlich mit grünem Schleime erfüllend. Dabei ist speziell bei *Volvox* eine Beziehung zur Makrophytenflora erkennbar (reiche submerse Phanerogamenflora), während eine solche Beziehung bei anderen Volvocalen nicht bemerkbar ist.

Über den Anteil der einzelnen Arten am Plankton sind wir sehr wenig orientiert. Die Volvocaceen spielen eine sehr schwankende und unregelmäßige Rolle in seiner Zusammensetzung. *Phacotus* ist häufig vielleicht — als nur sekundärer Planktont — in stehenden und langsamfließenden Gewässern. Die Angaben über planktonische Chlamydomonaden sind, im speziellen für die Ökologie einzelner Arten, nicht verwendbar, einerseits wegen der sehr unbestimmten Angaben, andererseits wegen der unverlässlichen Bestimmung. So müssen gerade die planktonischen Volvocalen noch ihre Bearbeitung finden.

Bemerken möchte ich noch, daß einzelne Chlamydomonaden als Zoochlorellen leben (Keeble und Gamble geben eine *Carteria* an, die aber vielleicht mit *Platymonas* identisch ist). Ich vermute auch unter den Süßwasserzoochlorellen *Chlamydomonas*. Das gründliche Studium der Morphologie der Zoochlorellen wurde ja größtenteils vernachlässigt.

Andere leben oft in sehr merkwürdigen raumparasitischen Verhältnissen in Sphagnumpolstern, ich mache speziell auf die mit *Sphagnum* zusammen vorkommenden Monaden aufmerksam; es handelt sich hier um ganz eigenartige Biocoenosen, von denen erst die allerwenigsten Glieder bekannt sind. Auf die als Zoochlorellen lebenden Formen der Chlamydomonaden, die im Meere in verschiedenen Organismen vorkommen, kann hier nicht eingegangen werden. Es scheint sich nicht nur um Carterien zu handeln.

Eine ganz merkwürdige Gruppe stellen die Formen dar, die fast regelmäßig oft in riesigen Mengen auf Gallerten leben. Sowohl an verschiedenen Algen (Rhodo-, Cyano- und Chlorophyceen), in deren Gallerte oft eine Unmenge kleiner Polyblepharidinen, Chlamydomonaden haust und sie oft grünlich färben (besonders interessant *Chl. epiphytica*, die auf der planktonischen *Mikrocystis* lebt). Aber auch in tierischen Gallerten, Froschlaich usw., der oft ganz grün gefärbt ist. Schmidle hat eine solche Form ausführlich beschrieben (*Chl. mucicola*). In gleicher Weise wurden in letzter Zeit Formen bekannt, die auf der schleimigen Oberfläche von Hutzpilzen (auch verschiedene Protococcalen tun dasselbe) leben und den Fruchtkörper zum Teile grün färben (Puymaly).

Ebenso leben in der Ackererde bestimmte Formen (Jacobsen) an feuchten Stellen, manche bilden mit den fast terrestrischen

Rhaphidien, Keratococcen und anderen Algen eine ganz charakteristische Lebensgemeinschaft des Bodens.

Es ist sehr wenig, was wir über die Ökologie der Volvocalen wissen, wenig in deskriptiver Hinsicht, fast weniger als bei anderen Reihen; eine kausale Ökologie hat überhaupt noch nicht einmal richtig begonnen.

Im allgemeinen können alle Volvocalen, abgesehen von den farblosen, autotroph leben. Doch gedeihen die meisten bis jetzt untersuchten mit organischen Substanzen viel besser, was ja auch aus der Ökologie einzelner Formen zu erwarten ist. Jacobsen gelang es aus Ackererde unter Zusatz von Eiweißstoffen (Fibrin usw.) immer eine bestimmte Formenreihe zu erhalten (*Chlamydomonas variabilis*, *intermedia*, *Carteria ovata*, *Chlorogonium* und *Polytoma*).

Welche organischen Substanzen im einzelnen Falle ausschlaggebend sind, das wissen wir bislang trotz sicherer Untersuchungen nicht genau. Alle bisher gemachten Untersuchungen haben keine einheitlich deutbaren Ergebnisse gehabt, obwohl uns die Arbeiten Artaris, Chodats, Molisch, relativ weit geführt haben. Ob tatsächlich, wie von mancher Seite geäußert wurde, die durch Trypsin erhaltenen Abbauprodukte der Eiweißkörper, ob Fettsäuren oder andere Substanzen ausschlaggebend sind, ist nicht gesichert. Eine einzige Form, das farblose *Polytoma*, erscheint gesichert; hier hat E. Pringsheim nachweisen können, daß es die Verbindungen der Essigsäure verarbeitet. Was wieder in gewissem Gegensatz steht zu den Vermutungen Doffleins, der annahm, daß die farblose *Polytomella* die hochwertigen Zucker, die durch die Verwesung der pflanzlichen Gewebe frei würden, verwerte und infolgedessen *Polytomella* und eine Reihe mit ihr zusammen vorkommenden Monaden als Zuckerflagellaten ansprechen wollte.

Im allgemeinen glaube ich, sind die angegebenen Nährlösungen für grüne Algen (Artari, Benecke, Molisch, Chodat, Pringsheim, Knop) von ziemlich gleicher Bedeutung für das Wachstum; fördernder ist manchmal die F. Wettsteinsche Lösung infolge ihres Gehaltes an Reizstoffen, die aus dem Torfmoore, das dazu verwendet wird, stammen oder auch Zusatz von Erdabkochung. Uspensky hat bei seinen *Volvox*-Studien nachgewiesen, daß ein höherer Eisengehalt, als üblich, für eine gutes Wachstum notwendig sei. Es gelang ihm auf diese Weise *Volvox*, der bis jetzt allen solchen Versuchen widerstand, zu kultivieren. Seine Lösung war: $\text{KNO}_3 = 0,025 \text{ g}$; $\text{MgSO}_4 = 0,025 \text{ g}$; $\text{Ca}(\text{CNO}_3)_2 = 0,100 \text{ g}$; $\text{KP}_2\text{PO}_4 = 0,25 \text{ g}$; $\text{K}_2\text{CO}_3 = 0,0345 \text{ g}$; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 0,00125 \text{ g}$; mit destilliertem Wasser auf 1000 ccm ergänzt. Es mußte aber öfters Eisen zugesetzt werden, im Sommer alle 10 Tage, im Winter jeden Monat. pH war 7,6. Der günstigste Eisengehalt war 0,5—1 mg auf 1000 c Nährlösung. Auf diese Weise wurden *Volvox aureus* 15 Monate in 47 Generationen, *V. globator* 4 Monate erhalten. Vielleicht lassen sich auch auf diese Weise einige schwierige Chlamydomonaden kultivieren.

Zur Laboratoriumskultur ist aber, wie Hartmann gezeigt hat, intensivere Beleuchtung, als sie gewöhnlich den Algen geboten wird, nötig. Er bediente sich einer künstlichen Sonne: einer starken Fadenlampe, um die herum die Algenkulturen aufgestellt wurden oder unter der sie sich befanden. Auf diese Weise erhielt er *Eudorina*, von anderen Vorsichtsmaßregeln abgesehen, durch

mehrere Tausend Generationen. E. Pringsheim hat diese künstliche Sonne ebenfalls benützt, sie ausgebaut und vor allem mit geeigneten Kühleinrichtungen versehen. Die künstliche Sonne gehört unbedingt zu jedem Versuche, Algen unabhängig von den Schwankungen des Tageslichtes zu ziehen.

Viele, fast die meisten Chlamydomonaden, soweit sie einen derberen Periplasten oder eine ausgesprochene Hülle haben (auch koloniale) lassen sich auf festen Nährböden ziehen. Viele von ihnen sind bereits reingezüchtet. Die umfangreichsten Arbeiten darüber hat Chodat veröffentlicht, der eine große Reihe reingezüchtet hat. Viele von den einzeln lebenden Chlamydomonaden gehen sehr leicht auf Agar an, falls der Agar nicht zu steif ist. Für die Anzucht hat sich der F. Wettsteinsche Agar mit Torfwasserzusatz oder aber auch Agar mit Erdabkochung bewährt. Die Reinzucht geht bei einzelnen Formen relativ leicht, bei anderen ist sie kaum zu erzielen. Viele gedeihen sichtlich besser in flüssigen Medien. Zu bemerken ist, daß alle auf Agar wachsenden Formen sich verändern, vor allem in der Form von unbeweglichen Palmellen oder Gloeocysten wachsen, meist aber das Stigma und die Vakuolen, seltner auch die Geißeln beibehalten. In diesem Stadium erfolgt ausgiebige Vermehrung. Zur morphologischen Untersuchung in flüssiges Medium übergeführt, gewinnen sie bald die Beweglichkeit wieder. Das Ausschlüpfen aus diesen gallertumhüllten Zuständen wird durch Nährstoffmangel gefördert.

18. Wichtigste Literatur

(mit Ausschuß der Florenwerke).

- Aragao, H., Untersuchungen über *Polytomelia agilis*, n. g., n. sp. — Mem. Inst. Osw. Cruz, **2**, S. 42. 1910
- Artari, A., Untersuchungen über Entwicklung und Systematik einiger Protocecoideen — Diss. Basel. 1892
- Benecke, W., Über Kulturbedingungen einiger Algen. — Bot. Zeitung **56**, 83—96. 1898
- Blochmann, E., Über eine neue *Haemotococcus*-Art. — Verh. Naturhist.-med. Ver., Heidelberg, **3**, S. 1. 1886
- Kleine Mitteilungen über Protozoen. — Biol. Centralbl., **14**, S. 82. 1894
- Blochmann, E., Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. — Hamburg, Gräfe u. Sillen.
- Bohlin, K., Zur Morphologie einzelliger Algen. — Oefvers. Kongl. Vetensk. Akad., Nr. 6. 1897
- Chatton, E., *Pleodorina californica* a Banyul sur mer. Son cycle evolutif et sa signification phylogenetique. — Bull. scienc. France et Belg., Ser. 7, **44**, S. 309. 1911
- Chmielewski, M. V. F., Materiaux pour servir à la morphologie et physiologie des algues vertes. — Warschau. 1904
- Chodat, R., Materiaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées. — Bull. d'herbier Boissier, **4**, S. 273. 1896
- Materiaux pour les Algues de la Suisse. — Bull. soc. bot. Genève, S. 66.
- Algues vertes de la Suisse. — Materiaux pour la Flore cryptogamique Suisse, Vol. I. fasc. 3, Bern. 1902

- Chodat, R., Algues de la région du Grand St. Bernard. — Bull. soc. bot. Genève 1918, S. 293. 1918
- Sur l'isogamie, l'heterogamie la conjugaison et la superfétation chez une algue verte. — Arch. des scienc. phys. et nat., Ser. IV, S. 155. 1916
- Cohn, P., Die Entwicklungsgeschichte der Gattung *Volvox*. — Beitr. zur Biol. d. Pflanzen, **3**, S. 101. 1875
- Cohn, F. und Wichura, Über *Stephanophaera pluvialis*. — Nova Act. Leopold. Carol., **261**, Nachtrag 1. 1857
- Conrad, W., Observations sur *Eudorina elegans*. — Rec. Inst. bot. Léo Errera, **9**, S. 321. 1913
- Crow, W. B., The reprod. Differentiation of colon. in Chlamydomonadales. — New Phytologist, **24**, Nr. 2, S. 120. 1925
- Dangeard, P. A., Recherches sur les Algues inferieures. — Ann. scienc. nat. ser. VII, Botanique, **7**, S. 105. 1888
- Dill, O., Die Gattung *Chlamydomonas* und ihre nächsten Verwandten. — Pringsheim, Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. XXVIII, S. 323, Tafel V. 1895
- Doflein, F., *Polytomella agilis*. — Zool. Anz. **40**, S. 273. 1916
- Francé, R., Die Polytomeen. — Jahrb. f. wiss. Bot., **26**. 1894
- Studien zur Systematik der Chlamydomonaden. — Bot. Centralbl., **55**, S. 392. 1893
- Die Polytomeen, eine morphologisch-entwicklungsgeschichtliche Studie. — Pringsheim, Jahrb. f. wiss. Botanik, **26**, S. 295. 1894
- Frank, Th., Kultur und chemische Reizerscheinungen der *Chlamydomonas tingens*. — Bot. Zeitung, **62**, S. 153. 1904
- Geitler, L., Zur Kenntnis der Gattung *Pyramidomonas*. — Arch. f. Protistenkunde, **52**, S. 356. 1925
- Goroschankin, J. N., Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Systematik der Chlamydomonaden.
- I. *Chlamydomonas Braunii*. — Bullet. société imp. Nat. Moscou 1890
- II. *Chlamydomonas Reinhardii* und seine Verwandten. — Ebenda. 1891
- III. *Chlamydomonas coccifera*. — Flora o. Allg. Bot. Zeit., **94**, S. 420. 1905
- Griffiths, B. M., On two members of the *Volvocaceae*. — The new Phytologist, **8**, Nr. 4, S. 130. 1909
- Hartmann, M., Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des Formwechsels der Phytomonaden (Volvocales). I: Über die Kern- und Zellteilung von *Chlorogonium elongatum* (Dangeard) Francé. — Arch. f. Protistenkunde, **39**, S. 1. 1918
- Über die Veränderung der Koloniebildung von *Eudorina elegans* und *Gonium pectorale* unter dem Einfluß äußerer Bedingungen. — Arch. f. Protistenkunde, **49**, S. 375. 1924
- Praktikum der Prot., III. Auflage. — G. Fischer, Jena.
- Hazen, E., The life history of *Sphaerella lacustris* (*Haematococcus pluvialis*). Mem. Terr. Bot. Club. — New York, **6**. 1899
- The Phylogeny of the genus *Brachiomonas*. New British and American Species of *Lobomonas*. — Bull. of Torrey Bot. Club, **49**, 75—92. 1922
- Hieronymus, G., Über *Stephanosphaera pluvialis*. — Cohns Beitr. zur Biol. d. Pflanzen, **4**, S. 51. 1884

- Hodgett, W. S., Notes on Fresh-Water algae I—IV. — The New Phytologist, **19**, S. 260. 1920
- Jacobsen, H. C., Kulturversuche mit einigen niederen Volvocaceen. — Zeitschr. f. Bot., **2**, S. 145. 1910
- Die Kulturbedingungen von *Haematococcus pluvialis*. — Folia microbiologica **1**, 163—197. 1912
- Jameson, A. P., A new Phytoflagellate and its method of nuclear division. — Arch. f. Protistenkunde, **33**, S. 21. 1914
- Jyengar Parthasarathy, M. O., Observations on the Volvocaceae of Madras. — Journ. of Ind. Botany, S. 1 (Sep.!). 1920
- Klein, L., Vergleichende Studien über die Morphologie und Biologie der Fortpflanzung bei der Gattung *Volvox*. — Ber. d. Naturf. Ges. Freiburg i. Br., **5**, S. 22. 1888
- Morphologische und biologische Studien über die Gattung *Volvox*. — Pringsheim. Jahrb. f. wiss. Botanik, **20**, S. 133. 1889
- Neue Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Volvox*. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **7**, S. 273. 1898
- Knoke, Fr., Die Abhängigkeit der Entwicklung des *Volvox aureus* von äußeren Bedingungen. — Bot. Arch. **6**, 405—420. 1924
- Kofoed, L. A., Plankton Studies III, On *Platydorina*, a new genus of the family Volvocidae. — Bull. Ill. Stat. Lab. Nat. Hist., **5**, S. 273. 1899
- Plankton Studies II, On *Pleodorina illinoisensis*, a new species from the Plankton of the Illinois River. — Bull. Ill. Stat. Lab. Nat. Hist., **5**, S. 273. 1898
- Korschikoff, A., *Spermatozopsis exsultans*, nov. gen., nov. spec. aus der Gruppe der Volvocales. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **31**, S. 174. 1913
- Contributions a l'étude des algues Russ. 1915
- *Protochlorinae*, eine neue Gruppe grüner Flagellaten. — Russ. Arch. f. Protistenkunde, **2**, S. 148. 1923
- Über zwei neue Organismen aus der Gruppe der Volvocales. — Ebenda S. 170.
- Zur Morphologie des geschlechtlichen Prozesses bei den *Volvocales* — Ebenda S. 179.
- Über den Bau und die Aggregation der Geißeln bei den *Volvocales* und den Flagellaten. — Ebenda S. 125.
- Protistologische Beobachtungen. — Ebenda **3**, S. 57. 1924
- Zur Morphologie und Systematik der *Volvocales* — Ebenda S. 45. 1924
- Beiträge zur Morphologie und Systematik der *Volvocales* I. — Ebenda **4**. 1926
- Krassiltschik, J., Zur Entwicklungsgeschichte und Systematik der Gattung *Polytoma*. — Anat. Anzeiger, **5**, S. 426. 1882
- Lauterborn, R., Protozoenstudien IV. — Zeitschr. f. wiss. Zool., **65**, S. 369. 1898
- Lemmermann, E., Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen V, Die Arten der Gattung *Pteromonas*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **18**, S. 92. 1900
- Merton, H., Über den Bau und die Fortpflanzung von *Pleodorina illinoisensis* Kofoed. — Zeitschr. f. wiss. Zool., **90**, S. 445. 1908
- Meyer, A., Über den Bau von *Volvox aureus* und *Volvox globator*. — Bot. Centralbl., **63**, S. 225. 1895

- Oltmanns, T., Morphologie und Biologie der Algen. II. Aufl.
— G. Fischer, Jena. 1922/23
- Ogata, Über Reinkulturen gewisser Protozoen. — Centralbl.
f. Bakt., **14**, S. 165. 1893
- Overton, Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Volvox*. — Bot.
Centralbl., **39**, S. 65. 1889
- Pascher, A., Zur Kenntnis zweier Volvocalen. — Hedwigia, **52**. 1911
- Über Flagellaten und Algen. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1914
- Playfair, G. J., Freshwater Algae of the Lismore-district.
— Proceed. Scienc. Soc. N. S. Wales, **40**. 2, S. 310. 1915
- Australian Fresh-Water Phytoplankton. — Ebenda **41**. 1,
S. 823. 1916
- New and rare Fresh-Water Algae. — Ebenda **43**. 3, S. 497. 1918
- Pringsheim, E., Zur Physiologie saprophytischer Flagellaten
(*Polytoma*, *Astasia*, *Chilomonas*). — Beitr. z. allg. Botanik
2, S. 88. 1921
- Printz, H., Contributiones ad floam Asiae inferioris per-
tinentes. I. Chlorophyceen. — Norske Vidensk. selsk.
Skrifter 1915, Nr. 4. 1915
- Beiträge zur Kenntnis der Chlorophyceen und ihrer Ver-
breitung in Norwegen. — Norske Vidensk. Selsk. Skrifter
1915, Nr. 2. 1915
- Kristianiatraktens Protococcoideern. — Videnskapsselskapets
Skrifter I, Mat.-nat. Klasse 1913, Nr. 6. 1913
- Prowazek, S. v., Die Kernteilung und Vermehrung von
Polytoma. — Österr. Bot. Zeitschr., **51**, S. 51. Mit einer
nachträglichen Bemerkung S. 400. 1901
- Scherffel, A., Kleiner Beitrag zur Phylogenie einiger
Gruppen niederer Organismen. — Bot. Zeitung 1901, S. 21. 1901
- Algologische Notizen. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **25**,
S. 228. 1907
- Schewiakoff, W., Über die geographische Verbreitung der
Süßwasserprotozoen. — Memoires l'acad. impér. scienc.
St. Petersburg, Serie VII, **41**, Nr. 8. 1893
- Schmidle, W., Über den Bau und die Entwicklung von
Chlamydomonas Kleinii. — Flora o. Allg. Bot. Zeitschr.,
77, S. 16. 1893
- *Chlamydomonas grandis* Stein und *Chlamydomonas Kleinii*
Schmidle. — Ebenda **82**, S. 85. 1896
- Bemerkungen zu einigen Süßwasseralgen. I. Zur Kenntnis
der Chlamydomonaden. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **21**,
S. 346. 1903
- Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes. — Hedwigia VI,
36, S. 17. 1897
- Schröder, B., *Pandorina morum*, ihre ungeschlechtliche Ver-
mehrung und ihre Parasiten. — Schles. Ges. f. vaterl.
Kultur, **8**. 1898
- Schubnig, B., Beitrag zur Kenntnis von *Gonium pectorale*
Müll. — Österr. Bot. Zeitschr., **41**, S. 121. 1911
- Seligo, A., Untersuchungen über Flagellaten. — Cohns
Beitr. zur Biol. d. Pflanzen, **4**, S. 145. 1887
- Shaw, W. R., *Pleodorina*, a new genus of the Volvocidae. —
Botanic. Gaz., **19**, S. 278. 1894

- Shaw, W. R., *Copelandosphaera*, a new genus of the Volvocaceae. — The Philip. Journal of Science, **21**, Nr. 2, S. 209. 1922
- *Merillosphaera americana* at Manila. — Ebenda **22**, Nr. 2, S. 185. 1923
- *Janetosphaera*, a new genus, and two new species of *Volvox*. — Ebenda **20**, Nr. 5, S. 477. 1922
- *Merillosphaera*, a new genus of the Volvocaceae. — Ebenda **21**, Nr. 1, S. 27. 1922
- Smith, G. M., Phytoplankton of the inland lakes of Wisconsin, Part I. Wisc. geol. and nat. hist. Survey. — Bulletin **57**, scient. ser. 12. 1920
- Snow, J., The Plankton of Algae of Lake Erie. U. S. A. Fish. Commiss. — Bulletin for 1902, S. 369. 1903
- Stein, F. v., Der Organismus der Infusionstiere, III. Abtlg., I. Hälfte. Der Organismus der Flagellaten, I. Hälfte. — Leipzig. 1878
- Troitzkaja, O. B., De Carteriis nonnullis minus cognitiss notulae. — Notul. syst. ex. Instituto Cryptogamico Horti Bot. Petropol., **1**, S. 114. 1922
- Uspenskij, E. E. und Uspenskaja, W. J., Reinkultur und ungeschlechtliche Fortpflanzung von *Volvox minor* und *Volvox globator* in einer synthetischen Nährlösung. — Zeitschr. f. Bot., **17**, S. 273. 1925
- West, G. S., Some critical algae. — Linn. Soc. Journ., **38**, S. 279. 1908
- Some new african species of *Volvox*. — Queket Microscopic Club, Ser. II, **11**, Nr. 67, S. 99. 1910
- Wille, N., Algologische Notizen IX, XI. (Über eine neue Art der Gattung *Carteria*. — Über die Algengattung *Sphaerella*. — Über die Gattung *Chlamydomonas*.) — Nyt Magazin f. Naturvidensk., **41**, Heft 1, S. 89. 1903
- Wislouch, Beiträge zur Biologie und Entstehung von Heilschlamm der Salinen der Krim. — Act. soc. bot. Pol., **1**, S. 30.
- Wollenweber, E., Das Stigma von *Haematococcus*. — Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., **25**. 1907
- Untersuchungen über die Algengattung *Haematococcus*. — Ebenda **26**. 1908
- Zimmermann, W., Zur Entwicklungsgeschichte und Cytologie von *Volvox*. — Pringsheim, Jahrb. f. wiss. Botanik, **60**, S. 257. 1921
- Helgoländer Meeresalgen I—VI. — Wiss. Meeresunt., Abt. Helgol., **16**, S. 1. 1924

II. Spezieller Teil.

Zellen nackt, ohne Hülle, bei der Teilung sich der Länge nach durchspaltend. **Polyblepharidinae** S. 85.

Zellen mit einer wohldifferenzierten Hülle; bei der Teilung teilt sich der Protoplast innerhalb der Membran, die nach dem Ausreten der Tochterzellen zurückgelassen wird.

Einzeln lebend

Chlamydomonadinae (S. 121).

Kolonien bildend

Volvocinae (S. 404).

Polyblepharidinae,

mit der einzigen Familie der

Polyblepharidaceae.

Einzeln lebend oder Kolonien bildend (erst eine koloniale Form bekannt), von den anderen Volvocalen dadurch verschieden, daß niemals eine selbständige Hülle vorhanden ist, sondern nur ein, allerdings oft sehr weit vorgeschrittener Periplast. Diese äußere Schicht des Protoplasten hat manchmal bereits ziemliche Selbständigkeit und läßt sich bei manchen Formen durch Plasmolyse deutlich ganz oder teilweise abheben. Immer aber wird sie bei der Teilung der Zelle mitgeteilt; niemals wird sie, wie z. B. die Membranen von *Chlamydomonas* oder *Carteria*, bei dem Ausritt der Tochterzellen zurückgelassen. Die Längsteilung setzt mit Durchspaltung des Protoplasten, die meist von rückwärts her rascher vorschreitet als von vorn, ein und liefert zwei direkt geteilte Individuen, bei denen jedes die Hälfte der vorhandenen Geißeln mitbekommt, die andere Hälfte der Geißeln aber ergänzt. Es ist dies im Gegensatz zu den behäuteten Volvocalen, bei denen die Geißeln der Mutterzellen mit der zurückbleibenden Membran verloren gehen und alle Geißeln der Tochterzellen neugebildet werden müssen. Im übrigen ist gerade bei der Teilung zu bemerken, daß bei manchen Polyblepharidinen der Periplast bereits ziemlich selbständig entwickelt sein kann; oft löst sich der Periplast bei von rückwärts einsetzender Durchspaltung des Protoplasten etwas ab, steht von den sich trennenden Protoplasten basal etwas ab, um aber schließlich doch mitgeteilt zu werden. Bei anderen Polyblepharidinen ist aber der Periplast sehr zart, nichts anderes als die etwas verdichtete äußere Plasmaschicht. Damit hängt es auch zusammen, daß manche Polyblepharidinen weitgehender, metabolischer Formveränderungen fähig sind.

Nur bei sehr wenigen Formen ist hier die primäre ellipsoidische oder Eiform der Zelle zu erkennen. Die meisten Formen sind mannigfach abgeleitet; dabei noch radiär symmetrisch, aber mannigfach gelappt und mit Rippen versehen (*Pyramidomonas*, *Chloraster*, *Stephanoptera*), oder völlig monosymmetrisch bis asymmetrisch, bis unregelmäßig schraubig gebogen (*Spermatozopsis*, *Korschikoffia*, *Trichloris* usw.). Danach ist natürlich auch der ursprünglich topfförmige Chromatophor verändert und auf die abgeleitete Form der Zelle eingestellt.

Die normale Geißelzahl ist bei den Polyblepharidinen zwei oder vier. Nur bei *Trichloris* kommen drei Geißeln vor. Da aber hier die eine, unpaare, Geißel dicker ist als die anderen beiden, so ist es möglich, daß diese dritte Geißel einem verwachsenen Geißelpaare entspricht. Ferner wird von Dangeard für *Polyblepharides* eine größere Geißelzahl und diese auch schwankend angegeben, zwischen fünf und acht. Ich halte diese ganze Gattung für sehr unsicher und meine, daß Dangeard entweder Teilungsstadien einer anderen Polyblepharidine oder vielleicht auch Kopulations- oder Teilungsstadien vorgelegen haben. Im übrigen kommt es auch vor, daß bei Teilungen Geißelbildung und Durchtrennung der Protoplasten nicht gleichzeitig erfolgt und seine Geißelbildung verfrüht eintritt. Dangeard bildet auch die Geißeln seines *Polyblepharides* merkwürdig kurz ab, soweit etwas ungenaue Zeichnungen überhaupt in solchen Details verwertbare Angaben darstellen, z. B. bei dem fünfgeißeligen *Chloraster* (s. diese S. 89).

Koloniale Vereinigung ist bei den Polyblepharidinen nur bei einer Gattung bekannt geworden: *Raciborskiella* Wislouch. Hier haften die nackten Zellen (eine gemeinsame Gallerthülle fehlt) mit ihren Hinterenden aneinander und strahlen auf diese Weise radiär aus (Typus von *Synura* unter den Chrysomonaden).

Geschlechtliche Fortpflanzung kommt bei den Polyblepharidinen vor. Abgesehen von *Dunaliella*, wo sich Isogameten vereinigen, hat Wislouch angegeben, daß bei *Raciborskiella* normale vegetative Zellen sich vereinigen können. Ich konnte bei *Pyramidomonas* und einer anderen *Polyblepharidinen*-Gattung sehen, daß Hologamie gleicher, doch auch verschieden großer Individuen vorliegt, die entweder im beweglichen oder auch im unbeweglichen palmelloiden Zustande miteinander verschmelzen, eine länger bewegliche Zygozoospore bilden, die schließlich in eine kugelige derbwandige Zygote übergeht. Bei der Keimung bilden sich vier Schwärmer aus, die zunächst etwas anders aussehen als die vegetativen Zellen, bald aber zur normalen Größe und Form heranwachsen. Auf diese weiteren Einzelheiten werde ich in einer Abhandlung eingehen und dort auch auf die bisher von anderen Autoren beobachtete, bisher unklaren Stadien eingehen, die als Kopulationsstadien zu deuten sind.

Jedenfalls ist es unrichtig zu sagen: die Polyblepharidinen unterscheiden sich von den anderen Volvocalen durch den Mangel der geschlechtlichen Fortpflanzung.

Neben der beweglichen Ausbildung kommen bei den Polyblepharidinen auch gallertumhüllte, unbewegliche Stadien, zunächst in der Form von Gloeocysten oder in der Form von Palmellen vor, in denen die Zellen entweder ihre Geißeln behalten und innerhalb der Gallerte leichter Lokomotionen fähig sind, oder aber unbewegliche Stadien (unter Geißelverlust) liefern.

Wie bei den beweglichen Ausbildungen ist auch hier meist weitgehende Metabolie zu beobachten.

Asexuelle Cysten kommen ebenfalls vor (*Pyramidomonas*, *Korschikoffia*, *Stephanoptera*). Von den bisher gemachten Angaben von asexuellen Cysten beziehen sich manche gewiß auch auf echte Zygoten.

Alle Formen sind leicht saprob, einige kommen auch in sehr stark verunreinigten Gewässern vor. Viele von ihnen sind ausgesprochen oligotherm. Im allgemeinen sind alle sehr empfindlich.

Völlig apochromatische und apoplastide Formen kommen ebenfalls vor; sie stellen eine interessante Parallelreihe zu den Polytominen vor. Doflein bezeichnete die eine Gattung davon als Typus seiner Zuckerflagellaten. Seine Angaben über die Verarbeitung von Zucker bedürfen aber sehr der Nachprüfung, da er nicht mit Reinkulturen arbeitete, und außerdem für eine andere farblose Volvocale (*Polytoma*) von Pringsheim gezeigt wurde, daß sie Zucker nicht, aber dafür Verbindungen der Essigsäure verarbeiten kann.

Einige Arten wurden bisher ausschließlich im Süßwasser nachgewiesen, andere im Süß- und Salzwasser, andere sind nur aus dem Meere und dem Brackwasser bekannt¹⁾ (*Stephanoptera*, *Ulochloris*, *Medusochloris*).

Der Umfang der Polyblepharidinen erscheint in der vorliegenden Bearbeitung, abgesehen von einigen neuen grünen Formen, auch dadurch erweitert, daß auch zwei farblose, völlig saprophytische Monaden bei ihnen eingestellt werden: *Furcilla* Stokes, während *Polytomella* bereits von Doflein als Polyblepharidinee angesprochen wurde. Möglicherweise gehört hierher auch *Collodictyon* Carter, bei dem Bělař eine Kernstruktur nachwies, die sich weitgehend mit der der Volvocalen deckt.

Die Süßwasserformen kann man in folgende kleinere Gruppen zusammenformen:

Grüne Formen.

Einzelnd lebend

Pyramidomonadeae (S. 88).

In Kolonien lebend

Raciborskielleae (S. 107).

Farblose Formen, saprophytisch oder animalisch lebend.

Polytomelleae (S. 109).

Bestimmungsschlüssel der Gattungen²⁾.

I. Zellen mit Chromatophoren.

1. Zellen in bezug auf die Längsachse radiär-symmetrisch.

A. Einzelnd lebend.

- a) Ohne radiär-seitliche Auswüchse, auch nicht im vorderen Teile der Zelle vierkantig; Geißeln 5—8.

Polyblepharides (S. 88)

- b) Mit (meist vier) in der vorderen Hälfte entwickelten oder gegen das Vorderende verbreiterten, seitlichen Auswüchsen, oder wenigstens im vorderen Teile, vierkantig²⁾.

- α) Geißeln vier; Auswüchse mehr wulstförmig; oder Zelle vorne vierkantig. Pyramidomonas (S. 90).

- β) Geißeln fünf; Auswüchse mehr in der Mitte der Zelle und armförmig. Chloraster (S. 89).

1) Im Salzwasser scheinen noch sehr viele, bis jetzt einfach übergangene Typen vorzukommen. Einige wenige wurden bereits beschrieben.

2) Nicht berücksichtigt sind die Salzwassergattungen *Stephanoptera*, *Asteromonas*, *Tetraptera* (erstere wie *Pyramidomonas*, letztere mit vier gegen das Basalende stärker entwickelten Längswülsten, die andere mit 3 + 3, seltener 3 + 3 + 2 Längswülsten, Rippen, Flügeln). Alle zweigeißelig.

- B. Kolonien bildend: Zellen mit ihren Basalenden im Zentrum einer radiär-strahligen Kolonie zusammenhängend, zweigeißelig. **Raciborskiella** (S. 107).
2. Zellen monosymmetrisch oder asymmetrisch¹⁾.
- A. Zellen nicht schraubig oder bogenförmig gekrümmt.
- a) Zellen bohnenförmig, mit drei Geißeln an einem Ende. **Trichloris** (S. 103).
- b) Zellen sehr plattgedrückt, muldenförmig, Geißeln zwei, in der Mitte der konkaven Fläche inserierend. **Mesostigma** (S. 105).
- B. Zellen schraubig oder bogenförmig.
- a) Zellen tropfenförmig mit langem, hyalinem, schraubig gedrehtem Vorderende, zweigeißelig. **Korschikoffia** (S. 101).
- b) Zellen bogenförmig, ohne solches Vorderende, normalerweise (?) viergeißelig. **Spermatozopsis** (S. 100).
- II. Zellen ohne Chromatophoren, farblos.
1. Nicht formveränderlich, ohne animalische Ernährung.
- A. Zellen eiförmig bis ellipsoidisch, ohne basale Verlängerungen; vier Geißeln; Stärke. **Polytomella** (S. 109).
- B. Zellen mit ausgesprochener Breit- und Schmalseite, von der Breitseite gesehen durch zwei seitliche, symmetrisch orientierte Verlängerungen fast hufeisenförmig; zwei Geißeln. **Furcilla** (S. 113).
2. Form veränderlich, eirund, oft mit zwei bis drei unregelmäßigen basalen Fortsätzen; animalisch lebend; vier Geißeln. **Collodictyon** (S. 114).

A n h a n g.

Flache asymmetrische Zellen haben auch folgende kaum zu den Polyblepharidinen gehörende Monaden:

Zellen von der Seite her flach, mit oft schmalem, mondviertelartigen Chromatophor und einer einzigen, am Vorderende eingefügten, meist über das Vorderende hinweg nach rückwärts gekrümmten Geißel. **Pedinomonas** (S. 117).

Zelle flach; in einem kleinen Ausschnitte der einen Längsseite zwei ungleiche Geißeln. **Heteromastix** (S. 119).

Pyramidomonadeae.

Gefärbte, einzeln lebende Gattungen.

Polyblepharides D a n g e a r d

Zellen ellipsoidisch bis leicht verkehrt eiförmig, beiderseits breit abgerundet. Ohne Membran. Geißeln 6—8 nach den Figuren etwas kürzer als der Körper, doch sicher zu kurz gezeichnet. Chromatophor basal. Mit einem basalen Pyrenoid. Augenfleck angegeben; es ist aber der Beschreibung nicht zu entnehmen, welche Lage er hat. Kern über dem Pyrenoid gelegen, etwas über der

1) Bei grünen eingeißeligen Formen oder Formen mit zwei seitlichen Geißeln vergleiche den Anhang zum Bestimmungsschlüssel.

Zellmitte. Kontraktile Vakuolen vorne. Asexuelle Cysten sind angegeben: mit derber glatter Haut, aus denen bei der Keimung wieder ein Individuum hervorgeht.

Eine einzige Art:

Polyblepharides singularis Dangeard (Fig. 54) mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 10—14 μ lang, 8—9 μ breit.

Bis jetzt nur aus Frankreich angegeben: Pfützen in den Sandsteinbrüchen von May.

Eine sehr unvollständig beschriebene Gattung, die von den meisten Autoren als unsicher hingestellt oder bezweifelt wird. Völlig unklar ist das wechselnde Verhalten in der Geißelzahl, ein bei den Volvocalen kaum vorkommender Umstand. Wichtig könnte die Tatsache erscheinen, daß in *Polyblepharides* eine Form beschrieben wird, die den einfachen

Chlamydomonaden-Protoplasten hat und sich direkt teilt, also hüllenlos ist. Alle anderen nackten Polyblepharidinen haben einen bereits sekundär veränderten Protoplasten und machen dann einen abgeleiteten Eindruck: *Pyramidomonas*, *Ulochloris*, *Asteromonas*, *Spermatozopsis* usw.

Leider sind die von Dangeard gegebenen Figuren sehr mangelhaft und lassen fast keine Details erkennen. Sie lassen aber eine ausgesprochene Metabolie des Organismus vermuten.

Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß es sich hier um Teilungsstadien einer viergeißeligen Polyblepharidine handelt, bei der die Geißelvermehrung aufgetreten, ohne daß gleichzeitig die Protoplastenbildung erfolgt ist. Gerade die Polyblepharidinen sind darin sehr wechselnd, und die einzelnen Organe verhalten sich bei der Teilung in ihrer Ergänzung zeitlich oft ungleich.

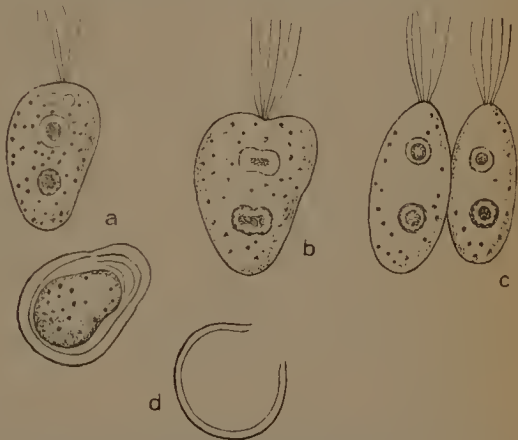


Fig. 54. *Polyblepharides singularis*. a, b vegetative Individuen; c in Teilung; d keimende, und entleerte Cyste (Kopie nach Dangeard).

Chloraster Ehrenberg

Zellen im allgemeinen vom Bau einer *Pyramidomonas*, gestreckt verkehrt eiförmig-ellipsoidisch, basal verschmälert und stumpf bis spitz. In der vorderen Hälfte vier radiär stehende, armartige Auswölbungen, die nach vorne verstreichen, gegen die Mitte aber am breitesten werden und etwas nach rückwärts gekrümmt sind. Zellen vorne stumpf, anscheinend ohne Plasmacapille. Es werden fünf annähernd körperlange Geißeln angegeben, von denen eine

zentral, die anderen um die zentrale herum stehen sollen. Ferner ein topfförmiger Chromatophor, der die Zelle bis zum Hinterende auskleidet und hier ein deutliches Pyrenoid hat. Wie weit der Chromatophor in die vier Arme hineingreift, geht weder aus den Abbildungen noch aus den Beschreibungen hervor. In der Mitte der Zellkern, vorne zwei kontraktile Vakuolen. Ferner ist am Vorderende des Chromatophoren ein deutliches Stigma vorhanden. *Chloraster* ist gewissermaßen eine *Pyramidomonas*, bei der die vier Wülste

nicht so sehr der Länge nach verlaufen, sondern radiärarmartig verlängert sind.

Es handelt sich hier um eine sehr unsichere Gattung, die ich zu den völlig unsicheren Gattungen gestellt hätte, läge nicht aus neuerer Zeit eine Angabe Schmidles vor, er hätte sie wieder gefunden. Die Geißelstellung ist ganz unmöglich und beruht sicher auf Täuschung. Auch die Geißelzahl ist wahrscheinlich unzutreffend.



Fig. 55. *Chloraster gyrans* Ehrenberg (nach Stein).

Korschikoff beschreibt eine viergeißelige *Chlorobrachis*; ich halte es nicht für unmöglich, daß beide Formen miteinander identisch sind (s. S. 347).

Eine Art:

Chloraster gyrans Ehrenberg (Fig. 55) wie die Gattung. Zellen bis 18μ lang. Aus stehenden Wässern, auch im Salzwasser mehrfach beobachtet, doch niemals genauer morphologisch untersucht.

Pyramidomonas Schmarða

Zellen halbkugelig oder — häufiger — mehr oder weniger verkehrt eiförmig bis verkehrt eiförmig ellipsoidisch oder bis verkehrt kegelförmig, meist aus stumpfem bis abgerundetem Hinterende nach vorne mehr oder wenig deutlich vierkantig werdend, bei einigen Arten mit vier sehr stumpfen Längskanten versehen, die durch Furchen getrennt, oft abgerundet wulstartig werden, sich nach vorne verbreitern und nicht selten am Vorderende zu abgerundeten Höckern vorgezogen sind, so daß das eigentliche Vorderende dadurch vertieft erscheint. Oft ist diese Vertiefung direkt schlundartig weiterentwickelt. Die Längskanten sind bei einigen Arten aber auch nur sehr wenig entwickelt, die Zelle ist dann mehr zylindrisch kegelförmig bis halbkugelig und dann in der fast gerade abgestutzten Vorderfläche nur wenig ausgerandet.

Zellen ohne Membran, oft sehr metabolisch. Metabolie oft sehr weitgehend. Oft nimmt der Protoplast völlig Eiform an, wobei die Längswülste resp. Längsfurchen völlig ausgeflacht werden; oder aber zwei benachbarte Wülste gehen vorübergehend ineinander über, oft auch drei oder auch alle vier; aus den längswulstigen Zellen resul-

tieren dann einfach stumpf-vierkantige, die sich nicht selten völlig walzlich gestalten und die ursprüngliche Form kaum mehr erkennen lassen. Doch kehrt die Ausgangsform immer wieder nach einiger Zeit zurück. Ebenso erfolgen auch große Schwankungen in bezug auf die Länge; die Zelle zieht sich zusammen oder streckt sich, oft kommt es zu Krümmungen. Alle diese Metabolien, oft in bunter Weise kombiniert, ergeben oft sehr merkwürdige Gestalten. Gewiß ist ein Teil der Metabolien auf „innere“ Ursachen zurückzuführen. Eine große Rolle dabei spielen aber auch Veränderungen des Milieus; Kontakt mit anderen Körpern usw. Eine kausale Analyse dieser Erscheinungen steht noch aus.

Periplast verschieden mächtig entwickelt, bei einigen Arten während der Teilung sich vorübergehend deutlich abhebend, dann aber doch sich mitteilend. Geißeln vier, in der Mitte der Vorderfläche, bei den schlundführenden Formen in diesem inserierend. Chromatophor einer, im Prinzip topfförmig, mit meist mächtigem Basalstücke, daß das abgerundete Hinterende ganz ausfüllt oder zumindest bei verlängertem Hinterende der Zelle vier kurze Lappen in dieses hinein entsendet. Nach vorne löst sich das Wandstück des Chromatophoren, das bei einer Art netzig durchbrochen ist, entsprechend den vier stumpfen Kanten der Zelle in vier oft lange, breite Lappen auf, welche diese Kanten bis zum Vorderende der Zelle auskleiden, dabei einheitlich bleiben oder sich längs der Kante selbst wieder verschieden tief in zwei Längsstreifen spalten. Oder das Wandstück ist ohne jede Zerteilung nur vorne in vier kurze Lappen vorgezogen.

Bei einigen Formen fehlt das Wandstück der Chromatophoren in manchen Ausbildungen völlig: der Chromatophor besteht dann nur aus dem ungemein mächtigen Basalstück, das dann sehr weit nach vorne reicht und vorne nur eine sehr kleine Aushöhlung hat.

Im verdickten Basalstücke ein großes Pyrenoid, mit einer Stärkehülle, die bei den bis jetzt bekannten Arten aus mehreren Teilen besteht. Stigma bei den meisten Arten vorhanden, bei den einzelnen Arten sehr verschieden gelagert.

Die Vermehrung erfolgt durch Längsteilung, die unter Aufteilung, resp. Neubildung, der Organe von hinten her rascher verläuft als von vorne und meist gleichgroße Zellen ergibt. Die Teilung kann aber auch sehr ungleich sein, dann kommt es zu sprossungsartigen Erscheinungen.

Solche ungleiche zusammenhängende Teilzellen erwecken dann leicht den Eindruck einer heterogamen Kopulation. Bei der Teilung werden je zwei Geißeln den Tochterzellen mitgegeben, je zwei werden neu gebildet. Das Pyrenoid wird, soweit beobachtet, geteilt.

Geschlechtliche Fortpflanzung ausgesprochene Hologamie. Zwei Individuen verschmelzen völlig und bilden dann eine längere Zeit bewegliche achtgeißelige (manchmal werden auch einige Geißeln frühzeitig abgestoßen) Zygozoospore. Manchmal sind die kopulierenden Individuen speziell nach Zeiten reicherer Teilungen nicht gleich. Schließlich kommt die Zygozospore zur Ruhe und bildet dann eine glattwandige oder kurzstachelige, oft gallertumhüllte Zygote. Bei der Keimung treten vier bewegliche Zellen aus, die den ausgewachsenen Zellen nicht sehr ähnlich sehen — die vierkantige Form eben erst angedeutet zeigen, bald aber heranwachsen.

Sporen werden auch asexuell gebildet, durch einfache Kontraktion der Zelle, die vorher weitgehende Metabolie zeigt. Die Geißeln werden dabei zu zweien abgestoßen. Rotfärbung dieser Sporen wie auch der Zygoten erfolgt nicht sehr regelmäßig und nicht sehr weitgehend.

Es treten auch palmelloide Gallertstadien auf: die Zellen umgeben sich unter lebhafter metabolischer Kontraktion, z. T. unter Abstoßung der Geißeln mit einer dicken Gallerthülle und bleiben als kugelige Stadien oder mit annähernder Beibehaltung der normalen Ausbildung in diesen Gallerten. Sie vermehren sich sehr reichlich dabei und die unbeweglichen Zellen können auch zur Kopulation schreiten. Bei manchen dieser Palmellen, die durch Ausbildung geschichteter Gallerthüllen auch *Gloeocystis*-artig sein können, ist innerhalb der Gallerte Lokomotion möglich, doch nicht nur innerhalb der eigenen Gallerthülle sondern auch bei weichen Gallerten innerhalb des ganzen Lagers. Manchmal werden die Zellen innerhalb dieser Gallertlager fast ganz amöboid. Sie können auch in diesem amöboiden Stadium kopulieren.

Nicht selten treten auch noch auf andere Weise dreistrahlig Individuen auf, entweder vereinzelt — besonders bei Zeiten sehr rascher, forcierter Teilung — oder auch bei einzelnen Stämmen, bei denen diese Ausbildung konstant zu sein scheint. Die durch überstürzte Teilungen entstandenen dreistrahligsten Formen bilden aber in kürzester Zeit, nach wenigen Teilungsgenerationen, sich wieder zur normalen Ausbildung zurück. Die Dreistrahler haben aber ebenfalls meist vier Geißeln, doch treten auch Geißelstörungen auf, Verlust einer oder zweier Geißeln usw. Mehr darüber in einer kommenden Notiz.

Eine biologisch und systematisch sehr unklare Gattung. Einige Arten scheinen ausgesprochen oligotherm zu sein und treten vor allem in den kalten Wässern des Frühlings oft während der Eisschmelze auf oder kommen direkt unter Eis vor. Diese gehen bei Zimmertemperatur meist innerhalb kurzer Zeit zugrunde, besonders wenn sie in großen Mengen Wasser gehalten werden. Ich fand andere Arten nur im Sommer. Die Arten reagieren auf ihnen nicht zusagende Außenfaktoren sehr durch Metabolie. Die Gattung ist leicht saprob.

Die Gattung kommt im Meer wie auch im Süßwasser vor. *Pyramidomonas* kommt durch seinen vierstrahligen Bau der marinen Gattung *Stephanoptera* nahe. Diese hat aber nur zwei Geißeln. Vierstrahlig sind ferner von behäuteten Gattungen gebaut *Brachiomonas* (zwei Geißeln) und *Chlorobrachis* (ebenfalls mit vier Geißeln), doch haben diese radspeichenartigen Fortsätze.

Der Bestimmungsschlüssel gibt hier, wie auch bei anderen Volvokalen, nur ungefähre Anhaltspunkte. Die Bestimmung ist gerade bei *Pyramidomonas* wegen der großen Variabilität und Plastizität der Zellen oft sehr schwer. Einzelne Arten scheinen vielleicht extreme Varianten einer anderen Art zu sein. Es ist notwendig, mit sehr frischem Material zu arbeiten. Konserviertes Material versagt völlig. Auch während der direkten Beobachtung verändern die Zellen weitgehend die Form. Die Erkennung des Chromatophorenbaues ist sehr schwer. Üppig ernährte Individuen haben oft mächtige Chromatophoren, die gar keine Einzelheiten erkennen

lassen. Das gleiche gilt natürlich auch bei starker Stärkespeicherung. Bestimmung einzelner Zellen versagt zumeist. Eine Reihe Süßwasserarten ist noch unbeschrieben.

Acht beschriebene Süßwasserarten.

- I. Chromatophor netzig durchbrochen, Zellform sehr schwankend; ohne ausgesprochene Längswülste und ohne deutliche vordere Lappen. Vorne nur schwach ausgerandet. *P. reticulata* 1.
- II. Chromatophor nicht netzförmig durchbrochen.
 1. Zellen konstant halbkugelig. Chromatophor vorne nur leicht gelappt. *P. semiglobosa* 2.
 2. Zellen ellipsoidisch bis verkehrt birn- oder eiförmig, oder gelegentlich auch fast verkehrt kegelförmig bis halbkugelig.
 - A. Zellen ohne Längswülste, nur vier stumpfe Längskanten.
 - a) Chromatophor meist mehr aus dem mächtigen, manchmal fast die ganze Zelle ausfüllenden Basalstücke bestehend. Manchmal aber auch mit vier Vorderlappen. Chromatophor vorne nicht gespalten. *P. montana* 3.
 - b) Chromatophor topfförmig.
 - α) Stigma fleckförmig, ganz vorne gelegen. Chromatophor vorne nicht mit vier Längsspalten. *P. inconstans* 4.
 - β) Stigma groß, strichförmig, mehr basal gelegen. Chromatophor topfförmig, nach vorne in vier große Lappen zerteilt. Geißeln zurückgeschlagen. *P. utrajectina* 5.
 - B. Zellen mit deutlichen, sich nach vorne verbreiternden Längswülsten.
 - a) ohne Stigma. Die vier Vorderlappen des Chromatophoren nicht der Länge nach gespalten, doch der Länge nach stumpfkantig zusammengebogen.
 - α) Zellen nur 8—11 μ lang. *P. minima* 6.
 - β) Zellen 20—26 μ lang. *P. delicatula* 7.
 - b) Stigma basal. Vordere Chromatophorenlappen tief der Länge nach gespalten. *P. tetrahynechus* 8.
1. *Pyramidomonas reticulata* Korschikoff (Fig. 56). Zellen in ihrer Form sehr schwankend, gestreckt eiförmig-walzlich bis gestreckt eiförmig; bis dreimal so lang als breit, in allen Übergängen zu verkehrt kegelförmig und fast kugelig. Vierkantigkeit nicht sehr ausgeprägt. Ebenso die vorderen vier Lappen kaum merklich. Vorne abgestutzt und breit ausgerandet, basal breit abgerundet. Im übrigen metabol. Periplast relativ zart. Geißeln bei gestreckten Exemplaren kaum halb so lang wie die Zelle. Chromatophor meist deutlich, in seiner Ausbildung sehr schwankend, mit einem mächtigen Basalstücke, in dem sich ein großes Pyrenoid befindet. Wandstück oft über das Basalstück hinaus nach rückwärts verlängert, die Basis der Zelle auskleidend und wie der vordere Teil des Wandstückes, der die ganze Zelle bis zum Vorderende auskleidet, durch unregelmäßige Spalten und Risse durchbrochen und förmlich in ein

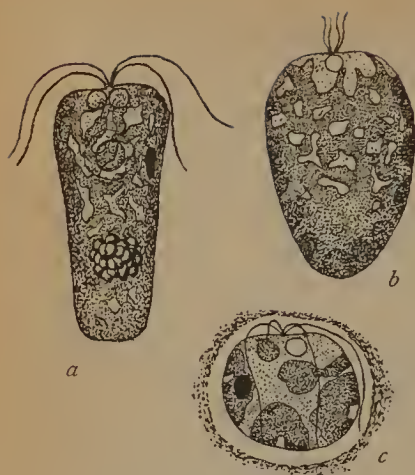


Fig. 56 *Pyramidomonas reticulata*. *a* normale Zelle; *b* Zelle leicht gedrückt (Geißeln nicht ganz gezeichnet); *c* palmelloide Zelle (nach Korschikoff).

breites Maschenwerk aufgelöst, ja bei einzelnen Individuen völlig in einzelne lappige Streifen zerteilt, die alle Übergänge zu kleinen Chromatophorenscheibchen zeigen. Stigma groß, in halber Höhe und darüber, gestreckt elliptisch bis strichförmig. Kontraktile Vakuolen vorne gelegen, zwei (vielleicht auch vier). Neben den viergeißeligen treten auch achtgeißelige Formen auf, Zygozoosporen, die sich mit der Zeit in derbwandige Zygoten umwandeln. Die Zellen gehen leicht in Palmellen über, in denen reichlich Teilung erfolgt. Ebenso erfolgt auch die Bildung asexueller Cysten nicht selten. Sie sind glattwandig. Zellen bis 20 μ lang.

Bislang aus Rußland (Charkow) und aus dem Böhmerwalde (in Tümpeln). Auffallend ist die Zerlappung des Chromatophoren. Ich konnte alle Übergänge von zerspaltenen Chromatophoren bis zu solchen sehen, die in allerdings unregelmäßige und ungleiche Scheibchen zerfallen waren. Diese Art ist besonders empfindlich und verändert sich in den üblichen Fixierungsmitteln bis zur Unkenntlichkeit.

2. *Pyramidomonas semiglobosa* Pascher (Fig. 57). Zellen im ausgewachsenen Zustande halbkugelig bis verbreitert halbkugelig; basal breit abgerundet oder seltener leicht verschmälert, vorne leicht muldenförmig ausgehöhlt und am Rande in vier sehr breite und

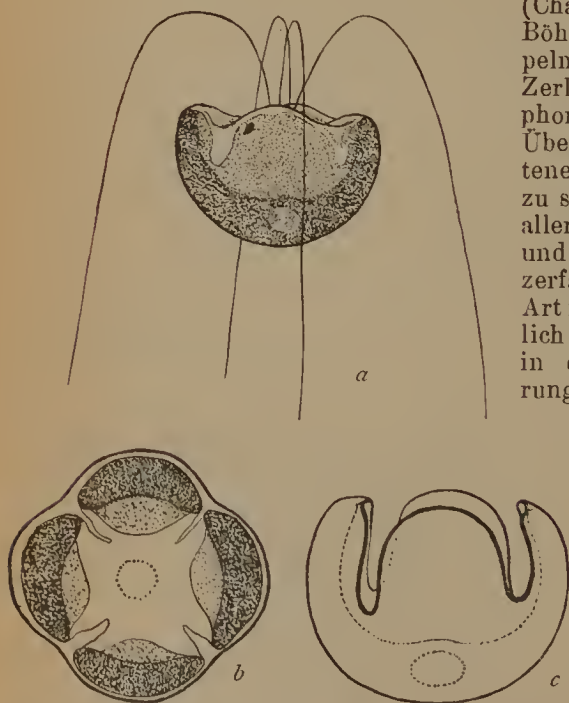


Fig. 57. *Pyramidomonas semiglobosa*. *a* von der Seite; *b* von vorne, um die Gestalt der Chromatophorende zu zeigen; *c* Chromatophor allein herausgezeichnet.

stumpfe Lappenvorgezogen, die vielmals breiter als lang sind. Zwischen je zwei Lappen verläuft eine sehr seichte, gegen die Basis der Zelle sich ausflachende Furche. Periplast sehr zart, sich speziell bei der Teilung etwas abhebend. Geißeln bis fünfmal so lang wie die Zelle, zurückgeschlagen. Chromatophor sehr groß, breit schüsselförmig, nach vorne nicht wesentlich verdünnt; basal etwas, oft sehr stark, verdickt; hier ein großes, manchmal kantiges und etwas quer verbreitertes Pyrenoid. Stärkekörnchen am Pyrenoid sehr klein und zahlreich. Der Rand des Chromatophoren in vier Lappen zerteilt, die in die Vorlappungen der Zelle hineinragen. Einer dieser Lappen trägt am Ende das Stigma, das im Umriss einer sphärischen Zweiecke entspricht. Kern nicht in der Längsachse, sondern meist etwas seitlich. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Vermehrung durch Längsteilung. Bewegung sehr rasch. Andere Stadien nicht beobachtet. Breite der Zellen bis $12\ \mu$, Länge $5-8\ \mu$.

In fast süßem Wasser in einer Lache, nahe dem Einfluß eines kleinen verschmutzten Wiesenbächleins ins Meer, in der Lübschen Bucht bei Haffkrug (Holstein).

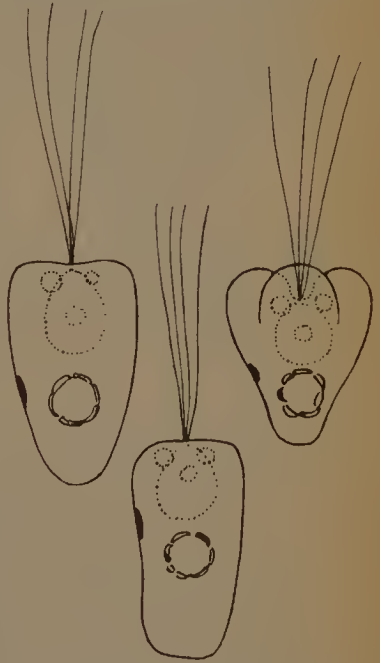


Fig. 58. *Pyramidomonas montana*. Drei Individuen von der Seite (nach Geitler).

3. **Pyramidomonas montana** Geitler (Fig. 58). Zellen mehr kegelförmig, basal breit abgerundet, nach vorne oft stumpf vierkantig, ohne daß die Kanten, durch tiefe Längsfurchen getrennt, als Wülste entwickelt wären. Vorne nur leicht ausgerandet, selten schlundartig vertieft. Chromatophor sehr massiv, aus einer massiven Masse bestehend, die nur vorne eine kleine Höhlung für das Cytoplasma, den vorne gelegenen Kern und die beiden kontraktile Vakuolen freiläßt; doch auch leicht topfförmig, Pyrenoid im unteren Drittel der Zelle. Stigma dem vorderen Drittel genähert. Geißeln etwas über körperläng. Normalerweise vier. Zellen $17-22,5\ \mu$ lang; ungefähr zweimal so lang als breit oder etwas länger.

Bis jetzt nur aus einem Almtümpel bei Lunz in Niederösterreich.

4. **Pyramidomonas inconstans** Hodgett (Fig. 59). Zellen in ihrer Form sehr wechselnd, verkehrt eiförmig-ellipsoidisch oder verkehrt eiförmig bis fast halbkugelig-eiförmig, variierend; basal abgerundet stumpf. Im optischen Querschnitte stumpf vierkantig mit oft leicht eingedrückten Flächen. Vorne breit abgestutzt und ausgerandet. Die vier Kanten der Zelle zu

stumpfen Vorsprüngen vorgezogen. Periplast deutlich. Geißeln über körperlang. Chromatophor sehr groß, stumpf vierkantig, ei-topfförmig, die vorderen Ränder mit vier kurzen Lappen in die vorderen Vorsprünge der Zelle hineinragend und hier leicht nach innen gebogen. Basalstück des Chromatophoren nicht auffallend verdickt mit einem großen kugeligen Pyrenoid, das von zahlreichen Stärkekörnern umgeben ist. Stigma ganz vorne gelegen, an einer der stumpfen Kanten des Chromatophoren und an seiner breitesten Stelle, kurz strichförmig. Vorne zwei kontraktile Vakuolen. Die Lage des Kernes ist nicht angegeben. Palmellastadien beobachtet, indem sich die Zellen unter mannigfachen Formveränderungen abrunden, wobei der Chromatophor undeutlicher wird, Pyrenoid, Stigma und kontraktile Vakuolen aber erhalten bleiben. Palmellen treten bei

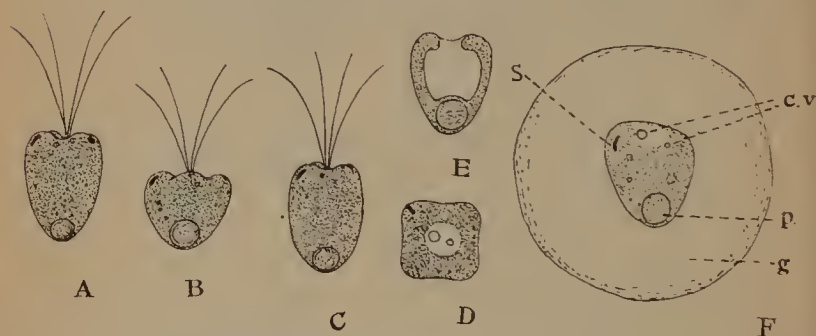


Fig. 59. *Pyramidomonas inconstans*. A, B, C von der Seite; D von vorne; E Chromatophorenlängsschnitt; F Beginn des palmelloiden Stadiums; S Stigma; cv kontraktile Vakuolen; p Pyrenoid; g Gallerte (nach Hodgetts).

ungünstiger Temperatur und bei O-Mangel auf. Die optimale Temperatur für die beweglichen Zellen ist nach Hodgett 8—13°. Zellen (8,8) bis 10—15 μ lang, 7,5—10 μ breit.

Bislang nur aus England (in Gräben bei Quinton bei Birmingham). Bei *Pyramidomonas inconstans* treten gelegentlich auch dreikantige Formen neben den vierkantigen auf.

5. *Pyramidomonas utrajectina* Bretschneider (Fig. 60). Zellen in der Längsansicht eckig herzförmig bis verkehrt eiförmig, basal stumpf bis leicht abgerundet, vorne deutlich gestutzt und ausgerandet. Die vordere Ausrandung setzt sich in eine ausgesprochene Vertiefung fort, an deren Grund vier gleichlange Geißeln inserieren. Zellen von vorne gesehen stumpf vierkantig mit leicht eingewellten Seiten. Zelle daher in Wirklichkeit doppelt stumpfkantig-pyramidenförmig, gegen die Basis mit leicht bauchigen, gegen das Vorderende mit mehr geraden Seitenflächen. Periplast zart. Die vier Geißeln biegen kurz über dem Vorderende im spitzen Winkel um und laufen nun, indem sie kreuzförmig zueinander inseriert sind, in der Mitte der vier Vorderflächen, und zwar in deren ganz flachen Mittellinien, nach rückwärts und sind ungefähr so lang wie die Zelle. Sie werden nie nach vorne geschlagen, die sehr rasche

Bewegung erfolgt durch kleine Schlängelungen der Geißeln. Geißeln relativ stark. Die basalen Stücke der Geißeln, soweit sie in der Vordergrube liegen, steifer als der andere Teil. Chromatophor sehr groß und topfförmig, entsprechend der Form der Zelle nach vorne verengt, ebenfalls stumpf vierkantig, über dem Basalstück in vier gleichgroße, der Form der Zelle entsprechende, am vorderen Rande etwas eingebogene, der Länge nach mit einer ganz seichten Furche versehene Lappen zerspalten. Basalstück sehr stark entwickelt, bis über das hintere Drittel der Zelle reichend, hier das große Pyrenoid, mit den schalenförmigen Stärkestücken. Kern etwas seitlich, annähernd in halber Höhe der Zelle. Neben der vorderen Einsenkung die beiden kontraktile Vakuolen. Das Stigma groß und deutlich, strichförmig, meist im hinteren Drittel,

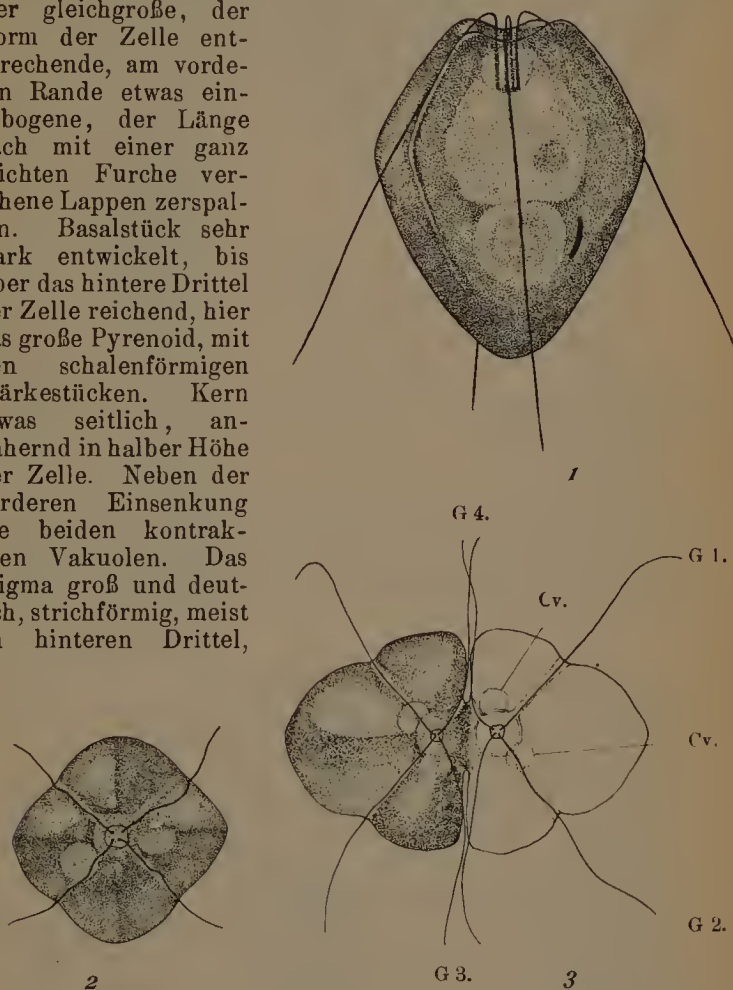


Fig. 60. *Pyramidomonas utrajectina*. 1 von der Seite; 2 Zelle von vorne; 3 Teilungsstadium von vorne; *Cv* kontraktile Vakuolen; *G* Geißeln (nach Bretschneider).

doch in seiner Lage nicht konstant. Längsteilung. Länge der Zellen 11,5—26,5 μ , Breite 6,3—15,2 μ .

Bis jetzt nur aus Holland aus einem stillen Seitenarm des krummen Rheines bei Utrecht.

Diese Form weicht insofern von den anderen Formen der Gattung *Pyramidomonas* ab, als die vier Längswülste, die bei

vielen andern Arten nach vorne immer breiter vorspringen, nicht entwickelt sind, sondern die Zelle einfach stumpf vierkantig ist. Möglicherweise sind hier die vier Längswülste miteinander verwachsen, dafür spräche der Umstand, daß der Chromatophor nicht ebenfalls einfach vierkantig ist, sondern an den Kanten bis zum Basalstücke gespalten ist, und ferner der Umstand, daß auch hier die tiefe Einsenkung am vorderen Ende vorkommt, die bei den anderen Arten dadurch entsteht, daß eben die Lappen über das Vorderende hinaus vorgezogen

werden. Jedenfalls weicht diese Art von den anderen Arten in mehrfacher Hinsicht ab.

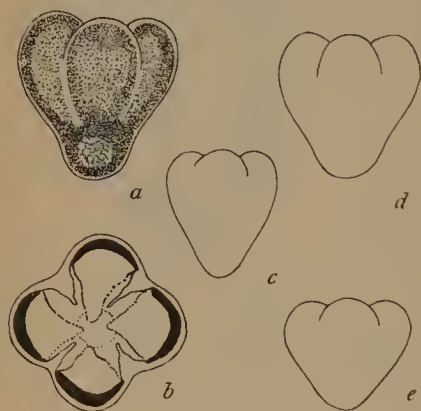


Fig. 61. *Pyramidomonas minima*.
a, c, d, e von der Seite; b von
vorne, schematisiert.

6. *Pyramidomonas minima* Pascher (Fig. 61). Zellen im allgemeinen breit kreiselförmig, basal manchmal bogig verschmälert, hier und da leicht schwanzartig ausgezogen. Ende immer stumpf. Längswülste stark bogig über das Vorderende vorgewölbt. Geißeln bis zweieinhalbmal so lang als die Zelle, nicht zurückgeschlagen. Chromatophor mit kleinem Basalstücke, das sich bald in die vier Längslappen

des Wandstückes auflöst, die sich nach vorne verbreitern und ziemlich weit voneinander abstehen, um dann bogig in der Vertiefung des Vorderendes zusammenzuneigen. Die vier Chromatophorenlappen nicht der Länge nach gespalten. Kein Stigma. Von kontraktile Vakuolen nur eine beobachtet, wahrscheinlich aber zwei vorhanden. Kern etwas vor der Mitte der Zelle. Längsteilung im beweglichen Zustande. Palmellen, Cysten nicht beobachtet. Länge der Zellen 6—9 μ .

In einem Kulturgläse mit etwas faulendem Algenmaterial. Steht in der Form *P. delicatula* Griffith nahe, ist aber viel kleiner, doch ist der Bau der Chromatophoren bei beiden gleich. Während aber *P. delicatula* die Chromatophorenlappen der Länge nach winkelig zusammengebogen hat, sind sie bei *P. minima* nur rinnenförmig.

7. *Pyramidomonas delicatula* Griffith (Fig. 62). Im allgemeinen wie *Pyramidomonas tetrarhynchus*, ebenfalls mit wulstigen Längskanten und einer ausgesprochenen vorderen Vertiefung zwischen den vorgezogenen Enden der Kanten; mit körperlangen Geißeln, doch ohne Stigma. Basale Lappen des Chromatophoren manchmal deutlich entwickelt, nach vorne in den Wülsten laufend, aber nicht, wie bei *Pyramidomonas tetrarhynchus*, der Länge nach gespalten, sondern in der Form in der Kante winkelig zusammenneigenden Bänder, die nur manch-

mal an den Enden leicht ausgeschnitten sind, die Wülste auskleidend. Länge 20—26 μ , Breite 11—16 μ .

Im Schlamm und zwischen Wasserpflanzen. Bis jetzt nur aus England (Stanklin Pool, Worcester-shire).

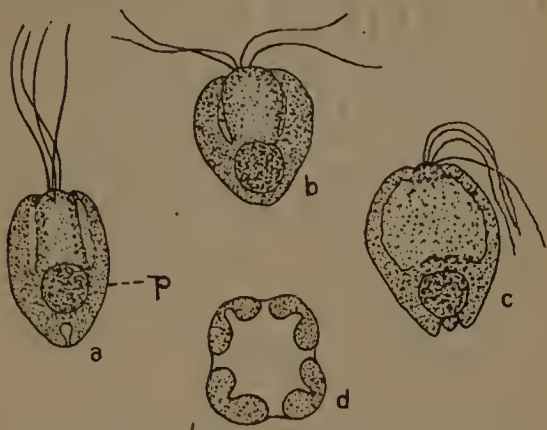


Fig. 62. *Pyramidomonas delicatula*. a, b von der Seite; c ein optischer Längsschnitt; d von vorne (Chromatophor) (nach Griffith).

8. *Pyramidomonas tetrarhynchus* Schmarda (Fig. 63). Zellen im Umriss meist deutlich breit verkehrt-eiförmig, basal stumpfkegelförmig ausgezogen, doch auch ohne diese Verschmälerung und dann basal einfach breit abgerundet, anderthalb- bis

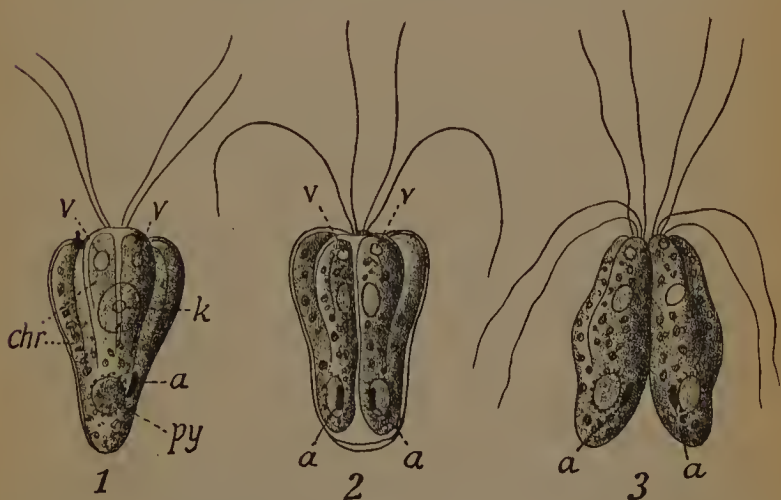


Fig. 63. *Pyramidomonas tetrarhynchus*. 1 von der Seite; 2, 3 zwei aufeinanderfolgende Stadien der Teilung; v kontraktile Vakuolen; chr Chromatophor; k Kern; a Augenfleck; py Pyrenoid. — Der Periplast ist hier sehr derb und hebt sich oft bei der Teilung etwas von den basal bereits durchgeteilten Protoplasten ab, um sich schließlich doch noch durchzuteilen (nach Dill).

zweimal so lang wie breit, doch auch viel kürzer. Die vier durch deutliche Fugen getrennten, stumpfen Kanten immer deutlich wulstartig und vorne meist stark vorgezogen und so immer eine ausgesprochene vordere Vertiefung bildend. Die basalen Lappen des Chromatophoren meist entwickelt und nur fehlend, wenn die Zelle nicht kegelförmig ausgezogen ist. Die vier vorderen Lappen breit und an den stumpfen Kanten fast der ganzen Länge nach gespalten, so daß sich der Chromatophor nach vorne in acht wandständige Streifen auflöst, von denen immer zwei in einem der vier stumpfen Längswülste liegen. Stigma basal annähernd in der Höhe des Pyrenoids gelegen. Geißeln körperlang. Kopulation ganzer, vegetativer Zellen, sowohl im beweglichen, wie im ruhenden Gallertstadium beobachtet. Cysten im reifen Zustande mit locker stehenden kurzen Stacheln besetzt. Länge 20—28 μ , Breite vorne 12—18 μ .

Sehr verbreitete Art. Nach den Angaben der Autoren mehr bei tieferen Temperaturen vorkommend, oft direkt in Schmelzwässern, leicht oligosaprob.

Die Art ist sicherlich nicht einheitlich; es sind gewiß herauszulösen die Formen mit breiter basaler Abstumpfung, ohne kegelförmige Verschmälерung. Ich sah auch eine Form, die kleiner war und im beobachteten Material niemals Formen bis 25 μ bildete, sondern deren Zellen höchstens bis 16 μ maßen, sonst aber mit der typischen Form übereinstimmten. Ich möchte diese Form vorderhand als *var. minor* bezeichnen.

Spermatozopsis Korschikoff

Zellen sichel- oder leicht schraubenförmig gebogen; doch liegt auch bei den sichelförmigen Formen der Körper nicht seiner ganzen Länge nach in der gleichen Ebene; vorne abgerundet, basal weniger stumpf, manchmal lange verschmälert und am Ende spitzlich. Geißeln vier, in der Ruhelage bogig nach rückwärts geschlagen, um die Hälfte länger als die Zelle. Nach Korschikoff sitzt einem stärkeren basalen Geißelteile ein dünnerer, etwas kürzerer Endfaden auf. Chromatophor auf der konvexen Seite der Zelle, muldenförmig, verschieden weit nach vorne ragend; am Hinterende manchmal auch leicht auf die konkave Seite hinübergreifend; die konkave Seite daher größtenteils hyalin. An seinem Vorderende das große deutliche Stigma. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Der Chromatophor manchmal am Rande mit einer Reihe glänzender Körperchen besetzt. Andere Körperchen mit Jod keine Blau-, sondern Rotfärbung gebend (Volutin). Teilung der Länge nach entsprechend der relativen Symmetrieebene.

Zellen normalerweise nicht formveränderlich, doch bei ungünstigen Umständen sehr metabol. Neben den charakteristischen viergeißeligen Individuen treten auch zweigeißelige auf, die bis auf die Geißelzahl mit den viergeißeligen Typen übereinstimmen.

Eine Art:

Spermatozopsis exultans Korschikoff (Fig. 64). Länge 7—9 μ .

Aus Rußland; um Charkow: in Wasserpflützen längs einer Wagenspur; in einem Kulturglase mit Algen. Ich sah diese anscheinend

nicht häufige Flagellate einmal aus einer kleinen Wasserlache, in der faulende Blätter lagen, zusammen mit einer Reihe anderer ausgesprochen leicht sapropeler Organismen.

In dem von mir beobachteten Materiale waren die meisten Zellen nur zweigeißelig, doch traten in der Minderzahl auch viergeißelige Formen auf. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Form normal zweigeißelig ist und die viergeißeligen Formen lang bewegliche Holozygoten darstellten; dagegen spricht aber der

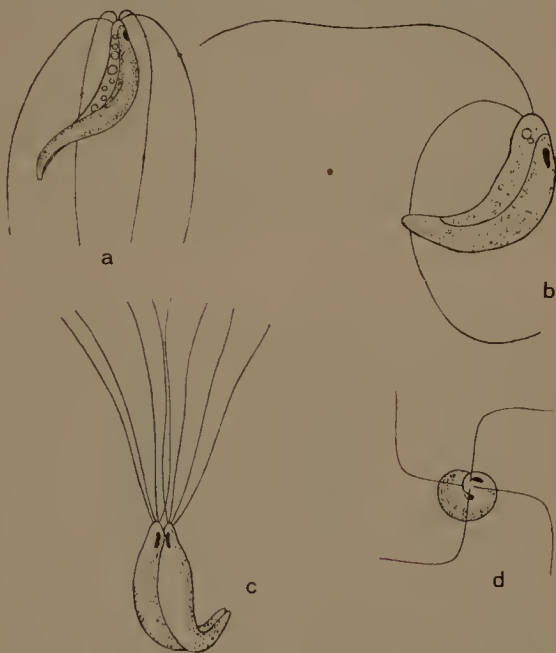


Fig. 64. *Spermatozopsis exultans*. a viergeißeliges, b zweigeißeliges Individuum; d, c Teilung; d von vorne (nach Korschikoff).

Umstand, daß Korschikoff auch deutliche Teilung der viergeißeligen Formen im beweglichen Zustande abbildet und beschreibt.

Es gibt nach meinen Erfahrungen noch eine andere Form, die noch etwas kleiner ist als diese, einen ganz blassen Chromatophoren und kein Stigma hat. Das Material reichte zu einer weiteren Untersuchung nicht aus.

Korschikoffia Pascher

Zellen tropfenförmig, aus mehr oder weniger eiförmiger, basaler Hälfte nach vorne sehr lang verschmälert, basal breit abgerundet, seltener verschmälert, vorne fast spitz; der ganze Körper sehr leicht, doch auch, bis zu anderthalb Windungen, schraubig. Starke Metabolie. Chromatophor wandständig, in der unteren Hälfte der Zelle das basale Ende, ebenso wie das lang verschmälerte Vorderende, ganz frei lassend, muldenförmig und nur den halben Umfang der Zelle auskleidend. Ohne Stigma. Kontraktile Vakuolen vorne.

Geißeln doppelt körperlang, möglicherweise durch den Besitz eines langen Endfadens; mit schlängelnder Bewegung, nicht starr. Vermehrung durch Längsteilung. Kern ungefähr in halber Höhe der Zelle gelegen.

Asexuelle Cysten bekannt, die bei der Keimung ein Individuum entlassen.

Typisch saprobe Gattung, die mit *Spermatozopsis* Korschikoff große Ähnlichkeit zeigt, sich aber durch den konstanten Besitz von zwei Geißeln, die dazu Schlängelbewegungen haben und die andere Zellform unterscheidet. Sehr kleine Monade.

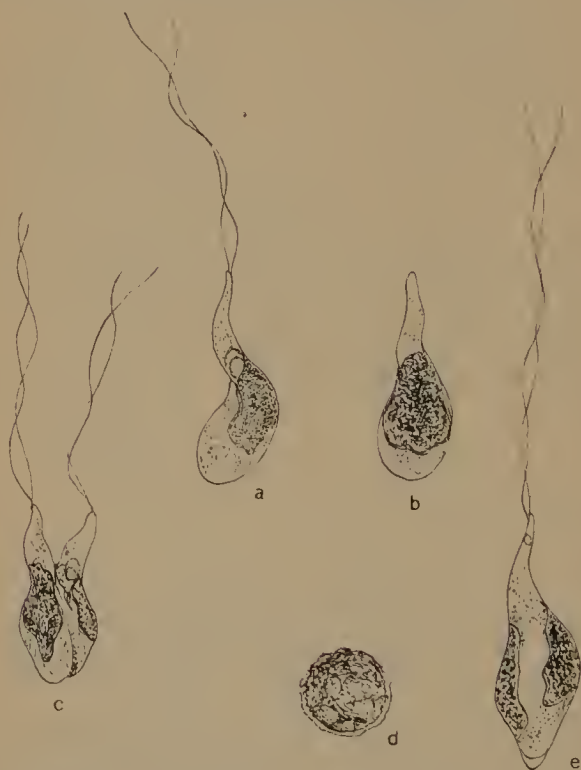


Fig. 65. *Korschikoffia guttula*. *a, b* von der Seite und von der gewölbten Rückenseite; *c* Teilung; *d* Cyste; *e* eine andere weniger schraubige, basal verschmälerte Form.

Eine sichere Art:

Korschikoffia guttula Pascher (Fig. 65). Zellen ausgesprochen schraubig mit eiförmig verdicktem Basalende, sonst wie die Gattung. Cysten kugelig mit leicht warziger Außenskulptur, die ein leicht kantiges Aussehen gibt. Zellen 6–10 μ lang, basal bis 5 μ breit. Bis jetzt nur aus sehr leicht brackischem Tümpelwasser an der Ostsee. (Haffkrug.)

Ich habe diese Form deshalb aufgenommen, weil im Süßwasser ganz ähnliche Formen vorzukommen scheinen. Wenigstens be-

gegnete mir wiederholt im Süßwasser eine Monade, die bis auf die fast fehlende Schraubigkeit und die konstante basale kegelförmige Verschmälerung mit der *Korschikoffia guttula* übereinstimmte, ebenfalls den gleichen Chromatophoren, die gleichen schlängelnden Geißeln und ebenfalls direkte Längsteilung hatte. Sie war etwas größer, bis 13 μ . Leider verlor sie sich immer nach kurzer Zeit wieder (Fig. 65 e). (*Korschikoffia collata*.)

Die von mir gesehenen Formen waren vorherrschend zweigeißelig. Vielleicht sind die nur wenigen beobachteten viergeißeligen Formen Zygozoosporen gewesen, die lange beweglich waren. Dann wäre auch für *Korschikoffia* Hologamie anzunehmen. Die viergeißeligen Formen hatten einen kürzeren derben „Hals“.

Es gibt im Süßwasser eine Reihe solcher winzig kleiner Formen, die manchmal einen nur gelblichen Chromatophoren haben und nicht mit Spermatozoiden irgendwelcher grüner Formen verwechselt werden dürfen. Sie werden alle wegen ihrer Kleinheit nicht beachtet oder kommen, da meist in ihrem Vorkommen sehr spezialisiert, überhaupt nur selten zur Beobachtung.

Trichloris Scherffel und Pascher

Zellen bohnenförmig mit hochgewölbter, fast halbkreisförmiger Rückenlinie und gerader oder schwach ausgerandeter Bauchseite; an beiden Enden stumpf bis fast abgerundet; das geißeltragende Ende manchmal deutlich spitzer. Vom Ende gesehen hochgewölbt, mit flacher oder nur wenig vorgewölbter, doch ausgerandeter Bauchseite; von der Bauch- oder Rückenseite gesehen breit eiförmig-elliptisch, gegen das eine geißeltragende Ende etwas verschmälert. Membran zart, nur als Periplast entwickelt. Chromatophor groß, die ganz gewölbte Rückenseite mit Ausnahme der Enden auskleidend, mit leicht lappigem Rande die Bauchseite und auch den unteren Teil der Flanken freilassend. Zwei Pyrenoide, die fast rückenständig zu beiden Seiten symmetrisch, manchmal in der Längsrichtung gegeneinander verschoben liegen, mit zahlreichen kleinen Stärkekörnchen, die schalenartig das Pyrenoid umschließen. Gegen das Hinterende des Chromatophoren, oft fast am hinteren Rande das Stigma, das relativ klein und elliptisch ist. Der Kern liegt in der Mediane etwas dem Vorderende genähert und manchmal mehr auf die Bauchseite zugerückt. Kontraktile Vakuolen mehrere, einige in der Nähe des vorderen Endes, andere anscheinend ohne bestimmte Gesetzmäßigkeit, allerdings immer in der Nähe der Bauchseite, verteilt.

Geißeln drei, nicht direkt am Vorderende, sondern etwas hinter dem Vorderende inserierend. Bauchseite gegen dieses Vorderende etwas grubig vertieft, die grubige Vertiefung manchmal etwas rinnenförmig gegen das Hinterende auslaufend und gegen die Mitte der Zelle hin verstreichend. Geißeln bis dreimal so lang als die Zelle: zwei median symmetrisch zueinander orientiert, die dritte anscheinend in der Mediane selber und oft etwas länger. Diese Geißel scheint etwas stärker zu sein als die beiden anderen.

Teilung der Zelle der Länge nach im beweglichen Zustande: die Zelle spaltet sich von der Rückseite wie auch vom Hinterende her rascher durch als von der Bauchseite und dem Vorderende.

In der Zelle sind immer einige stark lichtbrechende Körperchen, die nach der Teilung in geringerer Zahl vorhanden sind, sich vor der Teilung etwas anreichern und deren Vorkommen übrigens nicht konstant ist.

Andere Stadien bislang noch unbekannt.

Eine Art:

Trichloris paradoxa Scherffell und Pascher (Fig. 66). Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen 12–15 μ breit, 10–12 μ hoch. Geißeln bis 30 μ lang.

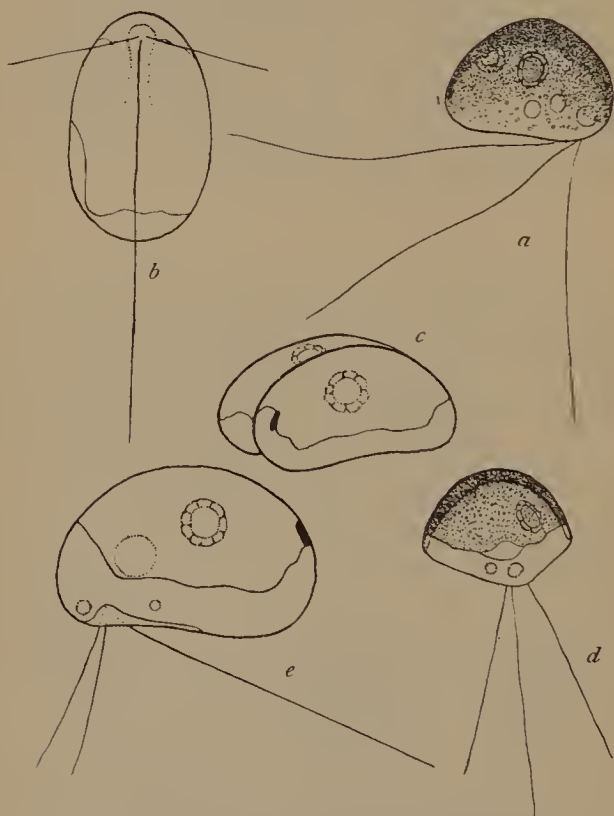


Fig. 66. *Trichloris paradoxa*. a Individuum von der Seite; b von unten; c Teilung; e Umrißfigur, um die vordere leichte Einsenkung, die bei manchen Individuen kaum angedeutet ist, zu zeigen; d vom Geißelende (a nach Scherffell).

Diese merkwürdige Polyblepharidine weicht von allen anderen Formen durch die Geißelzahl und die Form der Zelle ab. Was die Zahl der Geißeln anlangt, so scheint es mir nicht ausgeschlossen, daß die dritte mediane längere und etwas stärkere Geißel das Verwachsungsprodukt zweier Geißeln ist und wir hier ebenfalls den bei den Volvocalen häufigen viergeißeligen Typus vor uns hätten.

Die merkwürdige Zellform ist ebenfalls, zwar nicht durch Süßwasserformen, aber durch Mceresvolvocalen vermittelt. Wir kennen einige marine Formen, die bei ganz typischem Chlamydomonaden-Protoplastenbau das Vorderende breit abgestutzt haben. Bei ihnen ist aber die Geißelinsertion nicht wie bei den regulären Formen in der Längsachse der Zelle, sondern die Geißeln inserieren an einer Stelle des Vorderrandes, also ganz seitlich. Manche dieser Formen scheinen seitlich zusammengedrückt zu sein und haben allem Anscheine nach dort eine Einsenkung, die gegen die eine Seite des Randes vertieft, hier die vier Geißeln aufsitzen hat. Zum richtigen Verständnis der Organisation von *Trichloris* muß die Zelle mit den Geißeln nach aufwärts in die übliche Orientierung gebracht werden. Dann entspricht die flache Bauchseite dem abgeflachten Vorderende einer Volvocalzelle, der Scheitelpunkt der gewölbten Rückenseite dem Hinterende der Zelle. Dabei ist die Zelle parallel Rückenseite-Bauchseite — der Längsachse der typischen Volvocalzelle — etwas zusammengedrückt, die Geißelinsertion gegen die eine der beiden Schmalseiten der Vorderfläche verschoben und die Vorderfläche selber etwas ausgerandet und gegen die geißeltragende Stelle zu etwas grubig vertieft. Die anderen Organe der Zelle Vakuolen, Kern sind etwas gegen die Geißelinsertion verschoben, während die Pyrenoide symmetrisch zu der jetzt alleine überbleibenden Symmetrieebene gelagert sind. Das Geißelpaar, das in diese Symmetrieebene zu liegen kommt, ist verwachsen (vielleicht), das andere, normal zu dieser Symmetrieebene, typisch ausgebildet. Die Zelle bewegt sich aber meist nicht so, daß das genetische Vorderende der Zelle vorangeht, sondern das Vorderende ist hier zur Bauchseite geworden und die Zelle geht mit dem Teile des Vorderrandes voran, der die Geißeln trägt und der nun zum sekundären Vorderende geworden ist.

Mesostigma Lauterborn

Sehr flache mulden- oder schüsselförmige Monade, die im Umrisse (von der Breitseite) eiförmig, elliptisch, nierenförmig bis stumpfrhombisch ist und dabei eine leichte sattelförmige Krümmung zeigt. Die Abplattung ist hier aber nicht parallel zur Längsachse durchgeführt, sondern im Sinne der Längsachse, so daß die Geißeln, deshalb weil das Vorderende der Zelle annähernd in die Mitte der Scheibe zu liegen kommt, auch annähernd in der Mitte der Scheibe inserieren, doch etwas gegen die eine Seite der Scheibe verschoben sind, und zwar gegen die konkave Seite. Geißeln nicht sehr lang, soweit ich sah, etwas steif. Periplast zart, feinpunktiert (vielleicht mit einer zarten gallertartigen Hülle umgeben). Chromatophor bandförmig, wie ein ungleich breiter Ring den Rand der Scheibe auskleidend, an zwei Stellen etwas verdickt; hier je ein Pyrenoid. Assimilat Stärke. Augenfleck auffallend groß, fast rechteckig. Vakuolen zwei bis drei, zwischen Stigma und Geißelinsertion gelegen, wie bei allen zweigeißeligen Formen quer zur Geißelebene. Kern auch im Leben deutlich zu sehen, (von vorne gesehen) hinter dem Stigma, dem einen Seitenrande genähert. Ver-

mehrung durch Querteilung; in Wirklichkeit ist es eine Längsteilung, da sie in der Richtung der ungemein verkürzten Längsachse erfolgt.

Bewegung unter Rotation um die sekundäre, morphologische, nicht genetische, Längsachse der Zelle, Geißeln dabei nach vorwärts

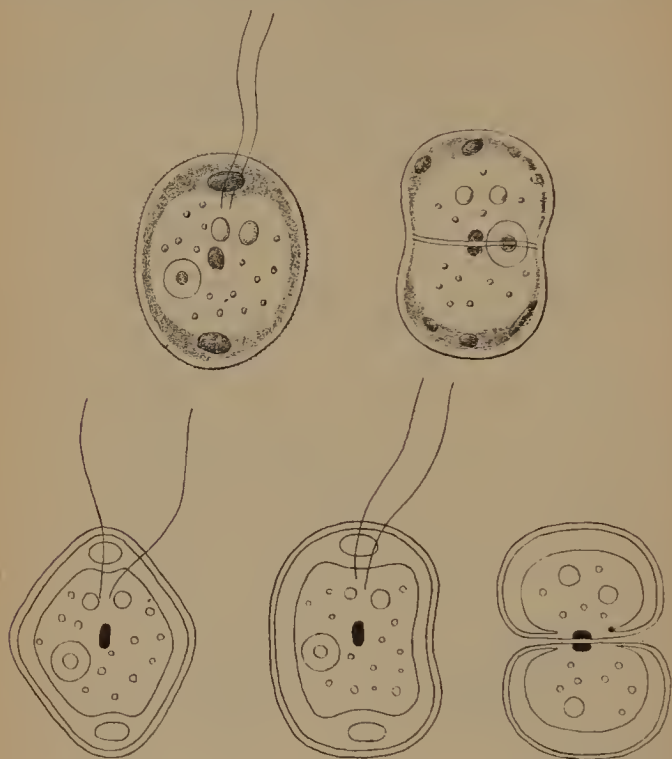


Fig. 67. *Mesostigma viride*. Drei Individuen von der vorderen Breitseite; rechts zwei Teilungsstadien (nach Lauterborn).

gerichtet, wegen der Asymmetrie des Körpers mit Hin und Herzittern verbunden. Andere Stadien unbekannt.

Sehr abgeleitete Gattung. Die merkwürdige Abplattung ist nicht alleinstehend. Sie ist ebenso weit durchgeführt bei der marinen *Medusochloris*, die flach und dabei fast halbkugelig schalenförmig durchgebogen ist. Nur stehen die vier Geißeln hier nicht in der Mitte der Scheibe, sondern an vier Stellen des Scheibenrandes in gleichen Abständen.

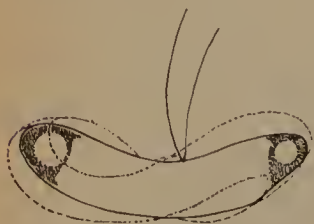


Fig. 68. *Mesostigma* von der Seite; leicht schematisiert, um die flache, sattelförmig durchgebogene Form zu zeigen.

Eine Art:

Mesostigma viride Lauterborn (Fig. 67, 68). Zellen bis 18 μ lang, bis 14 μ breit. Ausgesprochen saprob, in Diatomeenschlamm, Algenwatte; im leicht beweg-

lichen Schlamm pflanzenreicher Gewässer. Im Gebiete mehrfach beobachtet: Pfalz, Böhmen, Slowakei.

Raciborkielleae,

Kolonien bildende, grüne Formen.

Raciborskiella Wislouch

Kolonien aus einer nicht fixierten (4, 8) Zahl von Einzelzellen bestehend, die mit ihren Hinterenden in einem Mittelpunkt vereinigt sind und radiär ausstrahlen. Kolonie ohne überschichtende Gallert-hülle. Einzelzellen gestreckt, verkehrt eiförmig, vorne breit abgerundet, gegen die Basis fast geradlinig verschmälert. Chromatophor muldenförmig bis topfförmig, mit einem basalen Pyrenoide, im übrigen in seiner Morphologie nicht bekannt. Stigma vorhanden.

Teilung im beweglichen Zustande. Oft lösen sich die Kolonien in Einzelzellen auf, die durch weitere Teilungen wieder Kolonien geben.

Wislouch gibt ferner an, daß die Einzelzellen unbeweglich werden (Fig. 69 d), dann birnförmige Gestalt annehmen, sowie auch eine andere Geißelstellung haben. Solche veränderte Zellen werden schließlich zu Gametozoosporen, die kopulieren, dann viergeißelige bewegliche Zygoten bilden, aus denen direkt, ohne derbwandiges Ruhestadium wieder Kolonien der beschriebenen Art hervorgehen sollen.

Diese Gattung stellt die erste bekannte Polyblepharidee dar, die Kolonien bildet. An ihr ist manches unklar. Der Umstand, daß die beweglich bleibende Zygote direkt ohne Ruhestadium zur Koloniebildung schreitet, steht unter allen Volvocalen völlig isoliert. Dadurch wird der Phasenwechsel der Alge ganz unklar, da es unklar ist, wo sich die Reduktionsteilung vollzieht, die sich bei den anderen Volvocalen in der ruhenden Zygospore abspielt. Vielleicht sind doch noch andere Entwicklungsstadien vorhanden. Jedenfalls verhält sich die Gattung nach den bisherigen Angaben sehr abweichend von den bis jetzt bekannten Formen.

Zwei Arten:

Zellen basal nicht schwanzartig verlängert, Kolonie im Zentrum gedrängt. **R. salina** 1.

Zellen basal sehr stark verschmälert, mit ihren schwanzartigen Enden zusammenhängend und eine lockere Kolonie bildend **R. uroglenoides** 2.

1. **Raciborskiella salina** Wislouch (Fig. 69). Kolonien nicht locker; Einzelzellen verkehrt eiförmig, gegen die Basis leicht, doch geradlinig verschmälert und nicht schwanzartig ausgezogen. Die Zelle mit ihren relativ breiten Hinterenden aneinanderschließend, dadurch der Kolonie ein *Synura*-artiges Aussehen gebend. Geißeln bis zweimal körperläng. Chromatophor blaßgrün, muldenförmig, nur die beiden unteren Drittel der Zelle auskleidend. Basal ein Pyrenoid. Stigma in der vorderen Hälfte, strichförmig. Die in der Gattungsbeschreibung gemachten Angaben über Teilung und geschlechtliche Fortpflanzung beziehen sich auf diese Art. Zellen 6–9 μ

lang, 2–2,5 μ breit. Bislang nur aus Rußland bekannt: Salzsumpf Michailowo bei Saki auf der Halbinsel Krim.

2. **Raciborskiella uroglenoides** Swirenko (Fig. 70). Zellen verkehrt eiförmig ellipsoidisch, vorne breit abgerundet, basal verschmälert und dann in einen sehr stark verdünnten, spitzauslaufenden Schwanzteil zusammengezogen, der allem Anscheine nach nur vom Periplasten gebildet wird. Die breiteste Stelle der Zelle liegt annähernd im vorderen Drittel. Mit

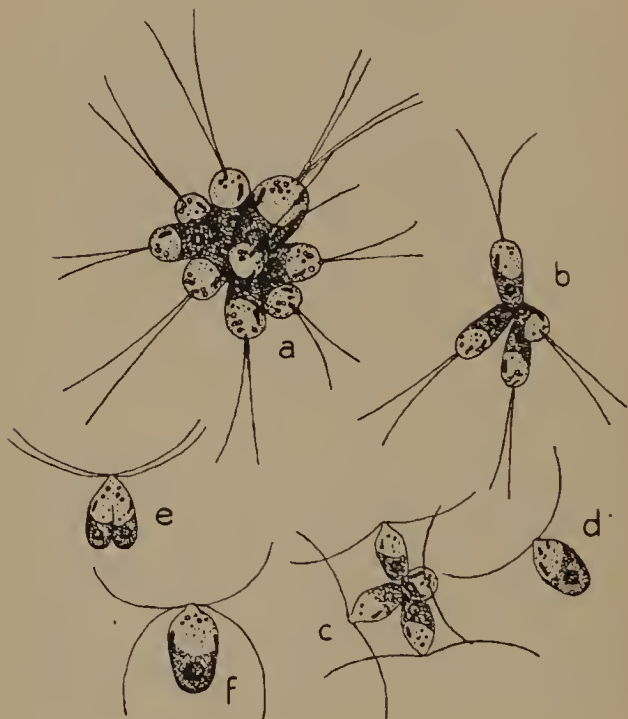


Fig. 69. *Raciborskiella salina*. a, b, c größere und kleinere Kolonien; d als Gamete funktionierendes Individuum; e Kopulation; f bewegliche Zygote (nach Wislouch).

diesen fein verschmälerten Endteilen hängen die Zellen radiär zusammen. Dadurch erscheinen die Kolonien viel lockerer als die von *R. salina*, bei der die Zellen sich im Zentrum der Kolonie mit ihren unverdünnten Enden förmlich drängen. Kolonien vier- oder achtzellig. Die Kolonie sieht auffallend *Synura*-artig aus. Periplast ziemlich derb. Chromatophor topfförmig, vorne mit einem ziemlich tiefen Ausschnitt einen Teil des Protoplasten freilassend; basal sehr stark verdickt — hier das Pyrenoid — und meist nicht abgerundet, sondern fast spitz. Geißeln annähernd körperlang, Augenfleck vorhanden. Weitere Angaben liegen nicht vor. Zellen 16–18 μ lang und 9–10 μ breit.

In einem Sumpfe der Sandterrasse des Dnjepr in der Umgebung von Jekaterinoslaw (Rußland). Entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen konnten nicht gemacht werden.

Die Art sieht der Chrysomonade *Synura uvella* sehr ähnlich, von der es ebenfalls fast reingrüne Formen gibt. Bei *Raciborskiella uroglenoides* sind aber zwei gleichlange Geißeln und ein deutliches Pyrenoid vorhanden.

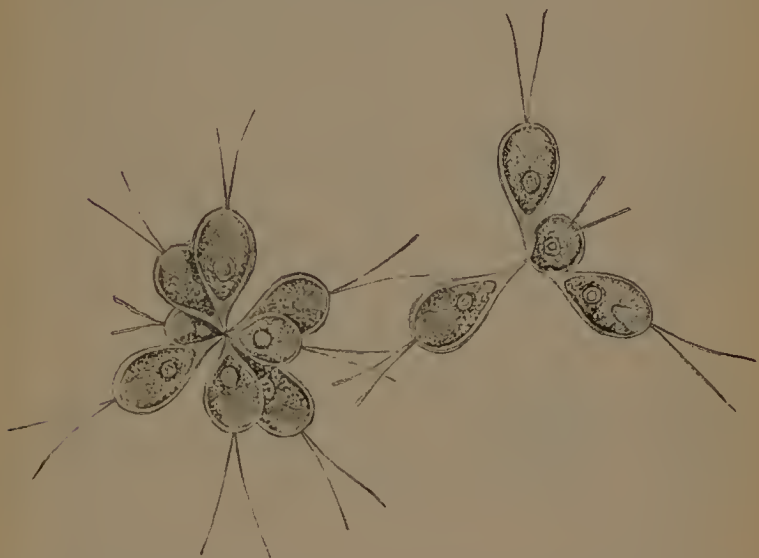


Fig. 70. *Raciborskiella uroglenoides*. Zwei Kolonien (nach Swirenko).

Polytomelleae,

farblose Polyblepharidineen.

Polytomella Aragao

Zellen ellipsoidisch bis verkehrt eiförmig ohne selbständige Hülle, wohl aber mit einem differenzierten Periplasten, derso deutlich ist, daß plasmolytische Abhebungen des Protoplasten von ihm erzielt werden können. Vorne eine kleine deutliche Plasmapapille, die der Länge nach mit vier Rinnen versehen und daher „kreuzförmig“ ist. In jeder Rinne eine Geißel, also vier kreuzförmig zueinanderstehende Geißeln von annähernd Körperlänge. Kein Chromatophor. Augenfleck vorhanden. Zellen meist völlig farblos. Assimilationsprodukt Stärke, das im peripheren Teil der unteren zwei Drittel in Form kleiner Scheibchen gespeichert wird. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Kern knapp über der Mitte.

Vermehrung durch Längsteilung, hierbei wird der Periplast mitgeteilt, es bleibt daher keine leere Hülle zurück.

Aragao gibt bei der von ihm studierten Form geschlechtliche Fortpflanzung an. Zwei Zellen, über deren Entstehung nichts in Erfahrung gebracht werden konnte — sie sind nur kleiner als die normal vegetativen Individuen — verschmelzen mitsammen und

bilden eine Zygote mit stark verdickter Membran. Nach Aragao soll vor der Kernverschmelzung eine Reduktion der Kerne einsetzen, und zwar durch einen heteropolaren Teilungsmodus unter Bildung einer Spindel mit ungleicher Chromosomenverteilung. Diese Reduktion soll bald in den vorgeschrittenen Stadien der Verschmelzung und außerdem in beiden Gameten nicht gleichzeitig stattfinden. Aragao will auch die Ausstoßung eines Richtungskörperchens gesehen haben, welches durch eine achromatische Faser mit dem Reste des Kernes verbunden erscheint und bald von ihm getrennt wird. Wenn auch die Deutung der cytologischen Bilder mir nicht ganz einwandfrei erscheint und auch andere Deutungen möglich sind — die Aragao'sche Deutung scheint durch die normale Cytologie solcher Vorgänge im Tierreiche beeinflußt zu sein — so scheint es, als ob hier tatsächlich, der mittlerweile auch bei anderen Polyblepharidineen beobachtete geschlechtliche Fortpflanzungsmodus, die Hologamie vegetativer Zellen, vorhanden wäre, über die in einer eigenen Abhandlung berichtet werden soll. Doflein konnte bei seinen Studien ebenfalls kleinere Formen sehen, die durch eine Plasmabrücke zusammenhängen. Hier kann es sich auch um Stadien der Teilung handeln. Dagegen beobachtete er gelegentlich Cysten mit zwei Kernen, die er, etwas gezwungen, als Cysten von Zellen ansah, die sich gerade während der Teilung enzystiert hätten. Auch hier scheint mir die Deutung solcher Cysten als Zygoten, in der die beiden Kerne noch nicht verschmolzen sind, einfacher und plausibler zu sein. Wir wissen ja, daß die Verschmelzung der Kerne auch in bereits behäuteten Zygoten oft sehr weit hinausgeschoben sein kann, ja bei manchen Formen immer erst relativ spät stattfindet.

Jedenfalls verdiente auch *Polytomella*, die nicht selten ist, bei ungenauer Untersuchung aber immer als *Polytoma* angesehen wird, nach dieser Richtung hin eine eingehende Untersuchung, um so mehr als sie ja, nach den Kulturergebnissen Dofleins' zumindest in Rohkulturen längere Zeit zu erhalten ist und gerade bei diesen farblosen Formen die kontinuierliche Beobachtung leichter ist als bei den oft so labilen gefärbten.

Neben den geschlechtlich gebildeten Cysten gibt es sicher auch ungeschlechtliche.

Verwechslungen mit viergeißeligen Protomastiginen können kaum eintreten: der Besitz von Stärke scheidet sie von allen, ganz abgesehen vom regulären Bau des Protoplasten.

Polytomella gehört einer biologisch interessanten Gruppe von farblosen Monaden (und anderen farblosen Organismen wie Ciliaten und Bakterien) an, die gerne in Wässern aufgehen, in denen Pflanzenteile, besonders Heu und Stroh verwesen. Doflein glaubte, daß es der Gehalt an Zuckern sei, welcher diese Vorkommen bedingt und sprach von einer Gruppe der Zuckerflagellaten.

Doflein aber arbeitete mit Rohkulturen, in denen auch Hefen und Bakterien waren, so daß der Nachweis, daß *Polytomella* die vorhandenen, übrigens kompliziert gebauten Zucker (wie Xylosen) selber verarbeitete, in keiner Weise erbracht ist. Die Angaben Dofleins bedürfen um so mehr der Nachprüfung, als E. Pringsheim zeigen konnte, daß *Polytoma* ein Azetat-Organismus sei; zumindest ist *Polytomella* auch nach diesem Gesichtspunkt hin zu prüfen.

Bis jetzt nur eine Art beschrieben:

Polytomella agilis Aragao (Fig. 71, 72) Zellen ellipsoidisch bis leicht verkehrteiförmig, allem Anscheine nach leicht formveränderlich. Basal oft eine große Saftvakuole (ob tatsächlich immer bei normalen Exemplaren?) Stigma vorne gelegen, muldenförmig. Geißeln annähernd körperlang oder etwas kürzer. Papille sehr deutlich. Zellen 7,5–18 μ lang, 4,5–9 μ breit. Geißellänge 12–17 μ .

In Strohaufgüssen. Im Freiland, wahrscheinlich in Wasseransammlungen, in denen Pflanzenteil zur Verwesung kommen, wohl auch in Ackererde; wahrscheinlich mit den angeklebten Cysten in die Infuse kommend.

Cysten kugelig mit derber äußerer und zarterer innerer Membran, leicht durch eine dünne Schleimschicht (Dofleins Schlieren) mit der Unterlage verklebend, voll von Stärkekörnern und auch Öl. Bei der Keimung löst sich bei Wasserzusatz angeblich die ganze Membranschicht völlig auf, der Inhalt kommt als ein Individuum heraus und kriecht eine Zeitlang herum. Diese eben gekeimten Monaden sind zuerst langgestreckt, um dann erst die definitive Form anzunehmen.

Zu *Polytomella* ist wahrscheinlich ebenfalls eine nackte Monade zu stellen, die auch vier Geißeln hat und Stärkespeicherung, deren Zellen aber mehr kugelig sind und kein Stigma haben. Die Zellen messen 12–15 μ und ihre Geißeln sind fast

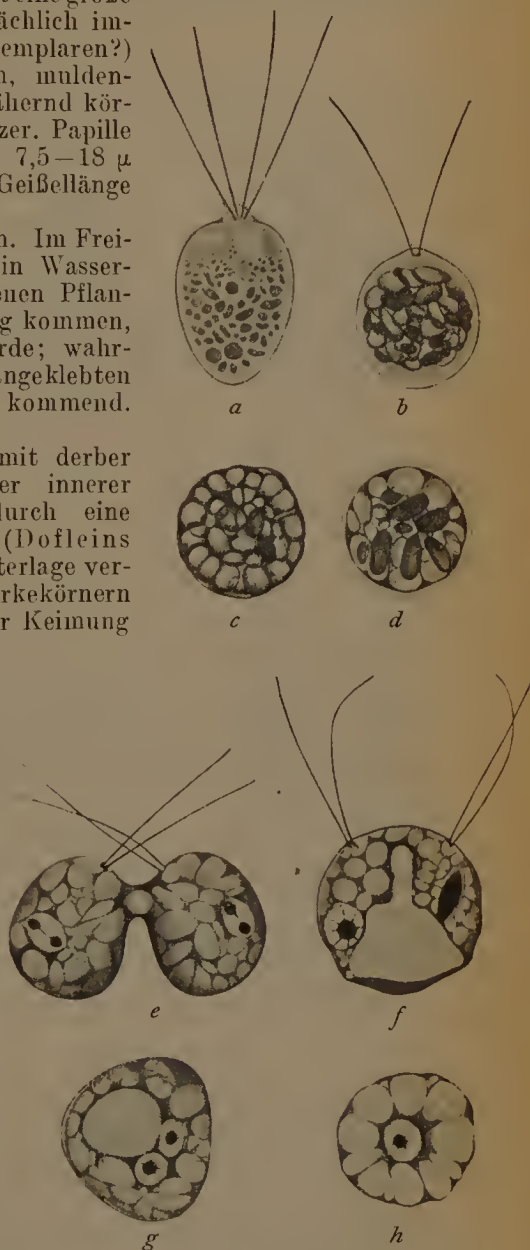


Fig. 71. *Polytomella agilis*. a vegetative Zelle; b mit Stärke; c, d Cystenbildung; e, f, g, h Kopulation (?) nach cytologischen Präparaten kombiniert (nach Aragao).

1½ mal körperlang (*Polytomella globosa*). Einmal zwischen faulem Grase, das einem Wiesentümpel entnommen war.

Polytomella gehört wegen des Mangels einer differenzierten Hülle, die beim Teilungsprozesse abgeworfen wird, sicher zu den

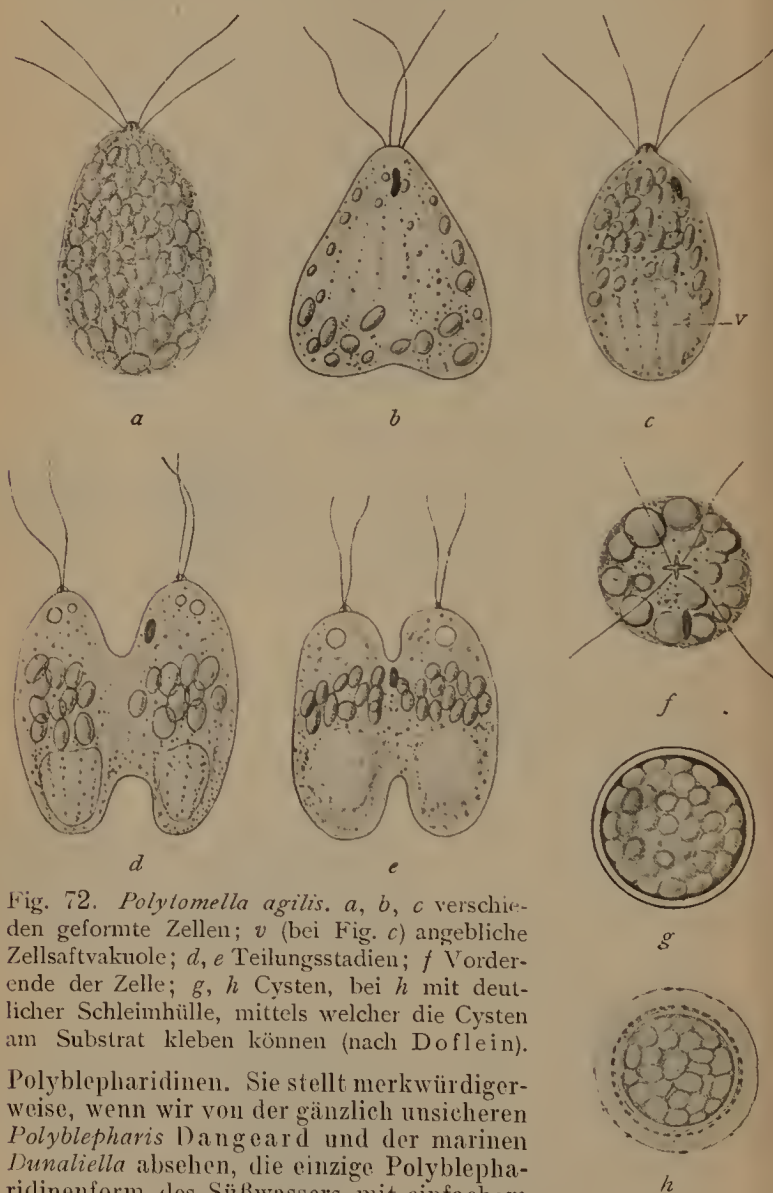


Fig. 72. *Polytomella agilis*. a, b, c verschiedene geformte Zellen; v (bei Fig. c) angebliche Zellsaftvakuole; d, e Teilungsstadien; f Vorderende der Zelle; g, h Cysten, bei h mit deutlicher Schleimhülle, mittels welcher die Cysten am Substrat kleben können (nach Doflein).

Polyblepharidinen. Sie stellt merkwürdigerweise, wenn wir von der gänzlich unsicheren *Polyblepharis* Dangeard und der marinen *Dunaliella* absehen, die einzige Polyblepharidinenform des Süßwassers mit einfachem und dabei regulärem Baue dar. Alle anderen Formen machen in Bezug auf die Gestalt der Zelle einen abgeleiteten Eindruck.

Durch den Besitz von vier Geißeln sieht sie der ebenfalls farblosen *Tetraphlepharis* sehr ähnlich, diese hat aber eine selbst-

ständige, oft leicht abstehende Hülle, die bei der Teilung zurückgelassen wird und ein deutliches, der Basis der Zello genähertes Pyrenoid. Von *Polytoma*, *Tussetia* und *Hyalogonium* unterscheidet sie die Zahl der Geißeln und die Membranlosigkeit.

Furcilla Stokes

Zellen mit deutlicher Breit- und Schmalseite. Von der Breitseite gesehen: von der Basis her sehr weit ausgerandet, so daß die Zelle aus zwei großen seitlichen nach rückwärtsgebogenen Hörnern besteht, die in der Mitte durch eine von der Seite her gesehen fast kugelige Zentralpartie zusammengehalten werden. Zellen sonach von der Breitseite gesehen fast hufeisenförmig, vorne abgerundet, spitz und hier mit einer kleinen, aber deutlichen Papille versehen. Von der Schmalseite gesehen kugelig nach vorne rasch in das fast stumpfkegelförmige Vorderende ausgezogen, basal plötzlich in einen schmallinealen Endteil zusammengezogen. Geißeln zwei, gleich lang oder kürzer als die Zelle. Kontraktile Vakuole eine oder zwei unter der Geißelbasis. Keine Stärke, dafür farblose oder schwach gelblich gefärbte Öltröpfchen, ferner stärker lichtbrechende Körperchen. Vermehrung durch Längsteilung. Andere Stadien nicht bekannt.

Der etwas abenteuerliche Körper einer *Furcilla* läßt sich beim Vergleich mit *Brachiomonas* oder *Pyramidomonas* leicht verstehen. Von den vier vorderen radiären Ausgliederungen der Zelle der genannten Arten haben sich nur zwei entwickelt, die sehr bedeutend nach rückwärts gehen. Die anderen beiden Ausgliederungen sind klein geblieben und verursachen die kugelige Gestalt der Mittelpartie der Zelle. Es ist gewissermaßen eine *Brachiomonas* mit nur zwei Hörnern, die aber noch mächtiger entwickelt sind und weit mehr über den eigentlichen Zelleib hinausgehen als bei den *Brachiomonas*-Arten.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß *Furcilla* eine differenzierte Membran hat und zu den Polytomeen gestellt werden muß.

Die Gattung ist ausgesprochen saprob. Stokes, der Entdecker, fand sie einmal in Infusionen mit faulenden Pflanzenteilen; ich sah sie einmal aus einem Glase mit faulenden Algen und Blättern, wenn auch nicht in einer identischen Form.

Die Gattung war bis jetzt bei den Protomastiginen, speziell bei den Amphimonadaceen eingestellt, einer ganz künstlichen farblosen Familie, die nur durch den Besitz zweier gleichlanger Geißeln charakterisiert ist und in der wahrscheinlich auch noch andere Volvocalen-Gattungen stecken.

Eine sichere Art:

***Furcilla lobosa* Stokes** (Fig. 73a, b) Zellen dadurch, daß der Mittelteil völlig in die beiden rückwärtigen Fortsätze übergeht, von der Breitseite gesehen mit nur zwei nach rückwärts gerichteten Enden. Zellen 11–14 μ lang.

Die von mir beobachtete Form wich dadurch ab, daß der Mittelteil von der Breitseite aus gesehen auch noch ein wenig zwischen den beiden rückwärtigen Fortsätzen entwickelt war, so daß die Zelle in der Breitseite gewissermaßen dreischwänzig aussah. Dieser mittlere Fortsatz war aber niemals so lang wie die beiden seitlichen. Die Papille war sehr deutlich. Vorne

waren zwei kontraktile Vakuolen. Die Vermehrung erfolgte anscheinend durch einfache Längsteilung, die nach der Mediane der Breitseite erfolgte. Sie konnte nur in Andeutungen gesehen werden. Die beiden seitlichen Fortsätze der Zelle waren nicht so stark gekrümmt wie bei *Furcilla lobosa*.

Die Form konnte nur in wenigen Exemplaren gesehen werden. In meinen Notizen stellte ich sie als *Furcilla trifurca* zur Gattung. Zellen 9–15 μ lang, 5–10 μ breit (Fig. 73c, d).

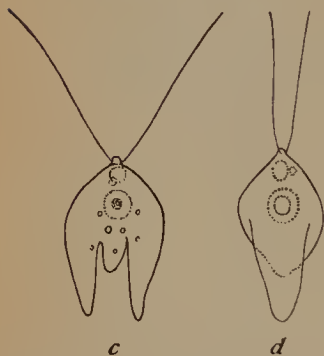


Fig. 73. *Furcilla*: *F. lobata*.
a von der Breitseite; b von der Schmalseite;
c *F. trifurca* von der Breitseite; d von der Schmalseite (a, b nach Stokes).

Wahrscheinlich gehört die nach den Untersuchungen Bělařs im Kernbau weitgehend mit den Volvocalen übereinstimmende, animalisch lebende Gattung

Collodietyon Carter

zu den Polyblepharidaceen. Ein genauer Entscheid kann erst nach Kenntnis der Cysten gewonnen werden. Zellen sehr formveränderlich, vorne meist deutlich und breit abgestutzt, nach rückwärts verschmälert, basal zu einem, meist zwei, doch auch drei sehr formveränderlichen und wechselnden Enden ausgezogen. Vorne vier gleichlange Geißeln, die nach manchen Angaben auf einer differenzierten kleinen Papille stehen sollen. Plasma des Vorderendes nach manchen Angaben dichter; an dessen Grenze gegen das vakuolierte Plasma 2 oder 3 kontraktile Vakuolen. Kern vorne gelegen. Kein

Stigma. Saft- wie auch Nahrungsvakuolen in großen Mengen über den Körper verteilt. Andere Stadien unbekannt. Vermehrung durch Längsteilung. Nach Bělař wird an einem beliebigen Punkte der Oberfläche ein kleines manchmal verzweigtes Pseudopodium ausgestreckt, das nach 20–40 Sekunden wieder eingezogen wird, wenn kein Nahrungsobjekt getroffen wird. Als Nahrung werden Eugleninen, Volvocalen, Protococcalen, Ulotrichalen, Bakterien und Blaualgen aufgenommen. Die von anderen Autoren gemachte Angabe einer besonderen Spezialisierung auf Eugleninen scheint nicht zu bestehen. Die Beute wird, ganz wie bei den Amöben, mit dem Pseudopodium ergriffen und der Zelle einverleibt. Zu große Objekte werden wieder ausgestoßen.

Die Monade ist nicht saprob, sie ist, wie Lemmermann richtig bemerkt, auch katharob, höchstens mesosaprob. An stark unreinigten Stellen fehlt sie.

Alle hierhergehörigen Formen werden als *Collodietyon triciliatum* Carter zusammengefaßt. Zellen 20 bis 70 μ lang (Fig. 74).

Die Beschreibungen weichen sehr voneinander ab. Bělař, der letzte Untersucher der Monade, verneint ausdrücklich die Existenz einer Längsfurche, während die älteren Autoren ausdrücklich und unabhängig voneinander eine solche beschreiben und auch abbilden. Besonders Stein bildet auffallend Bauch- und Rückenseite ab, erstere mit einer sehr deutlichen Längsfurche. So scheint es nicht ausgeschlossen, daß mehrere Formen vorhanden seien, die sich darin unterscheiden. Die Pseudopodienbildung soll bei den Formen mit Längsfurche in dieser statthaben. Ebenso wird von einigen Autoren eine deutliche Papille angegeben, bei anderen wird davon nichts gesagt. Jedenfalls wird die Art *Collodictyon triciliatum* bei näherem Studium aufgelöst werden.

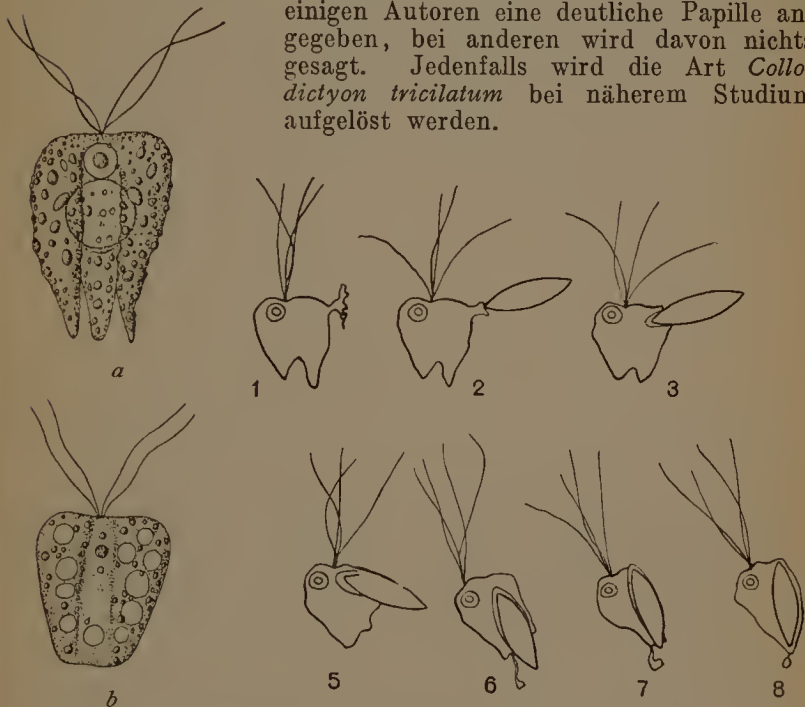


Fig. 74. *Collodictyon triciliatum*. a, b von der Breitseite (nach Lemmermann). 1—8 Nahrungsaufnahme in aufeinanderfolgenden Stadien (nach Bělař).

Die Monade war bislang bei den Protomastiginen mit *Costia*, *Monocercomonas*, *Tetramitus*, *Tetramastix*, *Trichomonas*, *Chilomastix*, *Hexamastix* zu den Tetramitaceen gestellt, mit denen sie aber nur die größere Geißelzahl gemeinsam hat.

Collodictyon verdiente, nachdem Bělař gezeigt hat, daß es kultivierbar ist, ein eingehendes physiologisches Studium (Chemotaxis).

Es ist hier am Platze, auf farblose Flagellaten hinzuweisen, die derzeit nicht bei den Volvocalen eingereiht werden, sondern an anderen Stellen des Flagellatensystems stehen, die aber vielleicht hier ihre richtige Stellung finden werden. Dazu sind aber

noch eingehendere Untersuchungen nötig, die größtenteils noch nicht vorliegen.

Die meisten dieser Formen sind derzeit bei der farblosen Reihe der Protomastiginen eingereiht, speziell bei der Familie der *Amphimonadaceae*, die ganz künstlich nach der Zweizahl der im übrigen oft gar nicht gleichwertigen Geißeln zusammengefaßt werden. Einzelne dürften sich vielleicht auch noch bei den Tetramitaceen aus denen bereits zwei, *Tetramitus globulus* als *Tetraphlepharis globulus* und dann auch *Collodictyon* herausgenommen sind, finden.

Unter den Amphimonadaceen sind es möglicherweise einige Arten der Gattung *Amphimonas*, die hierher Beziehung zu haben scheinen: vor allem *Amphimonas globulus* und *Amphimonas fusiformis*. *Amphimonas cyclopus* habe ich niemals gesehen, es ist aber auch hier diese gleiche Möglichkeit nicht ausgeschlossen.

Von *Amphimonas fusiformis* glaube ich Formen gesehen zu haben, die mit den allerdings dürftigen Angaben von Mez sehr gut übereinstimmten, nur etwas größer waren. Ebenso kam mir *Amphimonas globosa* wiederholt unter. Sie machte auf mich ganz den Eindruck einer weitgehend heterotroph eingestellten Polyblepharidine. Daß keine Stärke auftritt, kann nicht mehr auffallen, seitdem farblose Volvocalen bekannt sind, die nur Öl speichern (*Tussetia*).

Vielleicht gehört auch die Amphimonadine *Streptomonas*, die, bis auf ihre beiden kielartigen Seitenflügel, einem vorne tief ausgerandeten und abgeplatteten *Polytoma* sehr nahe kommt (natürlich keine Stärke bei ihr). *Furcilla* wurde hier bereits als Volvocale behandelt. *Spongomonas* (vielleicht nicht einheitlich) scheint mir näher mit den Chrysomonaden verwandt zu sein und über *Cladomonas* und *Rhipidodendron* habe ich kein Urteil. Ich halte aber bei den beiden letzteren die Zugehörigkeit zu den Volvocalen für möglich.

Die genaue Untersuchung hätte sich auch auf die cytologische Prüfung des Kernes zu beziehen und vor allem auf die überall noch kaum bekannten Cysten, die ja so weitgehende Anhaltspunkte geben können. Es ist übrigens nicht ausgeschlossen, daß die genannten Familien und Gattungen, farblos gewordene Endglieder ganz verschiedener Flagellatenreihen umfassen, die nur die gleiche Geißelzahl haben. Dann sind es, abgesehen von den hier und da noch vorhandenen charakteristischen primären Reservestoffen (Stärke, Leukosin) vor allem die Cysten, die hier Klarheit geben können. Cellulosecysten von einer einheitlichen Membran umgeben, deuten auf die Volvocalen, zweiteilige Kieselcysten, bestehend aus einer mehr oder weniger kugeligen Schale, deren Loch mit einem Stopfen von innen her verschlossen ist, oder leere Cysten mit Kieselmembran und einem Porus, auf Chrysomonaden hin.

Die genannten Organismen sind keineswegs selten, sind aber ökologisch sehr spezialisiert. Sie sterben relativ leicht während der gewöhnlichen Beobachtung ab. (Vgl. Süßwasserflora, Bd. I, S. 110—114 und die Fig. 205—217).

Anhang zu den Polyblepharidinen.

Es ist hier notwendig, auf die von Korschikoff aufgestellte grüne Flagellatengruppe der *Protochlorinae* einzugehen, die vom Autor als Zwischenglied zwischen den Flagellaten und den Volvocalen aufgefaßt wird.

Sie umfaßt kleine bis sehr kleine, nackte, doch mit einem differenzierten Periplasten umgebene Monaden, die sehr plattgedrückt sind und einen einseitig anliegenden platten Chromatophoren mit einem deutlichen Pyrenoide und Stärke haben. Bei den beiden von Korschikoff beschriebenen Gattungen sind entweder eine oder zwei Geißeln vorhanden (im letzteren Falle ungleich), die oft an einem Ende der Zelle stehen. Ich möchte diese Formen trotz der relativ einfach erscheinenden Gestalt, die ich wegen der Abplattung als sekundär erworben ansehen möchte, nicht mit den Volvocalen in Beziehung bringen, sondern für sehr abgeleitete Cryptomonaden halten. Sie machen nach keiner Weise hin einen ursprünglichen Eindruck und sind von Korschikoff vielleicht auch nicht völlig richtig, d. h. entsprechend der Orientierung, die man den anderen Flagellatenprotoplasten zu geben pflegt, orientiert: ich meine, daß sie mit dem einen schmalen Ende nach aufwärts orientiert werden müssen, so daß die Geißeln der eingeißeligen Gattung dann nicht seitlich, sondern mehr oder weniger terminal, bei den zweigeißeligen aber dann seitlich ungefähr in der Mitte der einen Längsseite stehen.

Es handelt sich vorderhand um zwei neue Gattungen:

Pedinomonas Korschikoff

Protoplast mit deutlicher Breit- und Schmalseite, sehr flach gedrückt bis ganz scheibenförmig. Im Umriss länglich, eiförmig bis stumpfeckig trapezoedisch oder fast kreisrund; von der Schmalseite mit schmal elliptischen bis ganz schmal eiförmigen Umrissen. Kein differenzierter Periplast, trotzdem die Zellen nicht metabol. Zellen im Umriss mit einem deutlich verschmälerten Vorderende, das bei den kreisförmigen nur schwach angedeutet ist. Geißel eine, am Vorderende etwas seitlich inserierend, nach Korschikoff gegen das Ende allmählich verdünnt, über das Vorderende hinweg nach rückwärts gebogen. Chromatophor immer nur einer, seitenständig, das stumpfe Basalende mehr oder weniger umziehend, die eine Längsseite bis zum Vorderende entlang laufend; mit einem deutlichen großen, dem stumpfen Ende der Zelle genäherten Pyrenoide, das mit einer Stärkehülle umgeben ist, die entweder nur aus zwei uhrglasartig zusammenschließenden Stärkekälotten oder aus vielen Stärkekörnchen, die zu einer Hohlkugel zusammenschließen, besteht. In der Nähe des Pyrenoids der große deutliche Augenfleck. Kern in halber Länge der Zelle, etwas seitlich liegend; vorne eine kontraktile Vakuole. Im Chromatophoren auch isolierte Stärkekörnchen.}

Vermehrung durch Teilung der Länge nach; Durchtrennung anscheinend vom Hinterende rascher vorschreitend.

Geschlechtliche Fortpflanzung: Kopulation ganzer vegetativer Individuen (Hologamie). Die Zygote durch Verschmelzung zweier, anscheinend normaler, vegetativer Individuen entstanden, bleibt länger beweglich und sieht dann oft wie ein zweigeißeliges Individuum aus. Manchmal wird auch die eine Geißel des einen Individuums eingezogen oder abgestoßen. Fertige Zygote als runde Zelle entwickelt; mit glatter Membran. Keimung nicht beobachtet.

Korschikoff beschreibt drei Arten:

1. **Pedinomonas minor** Korschikoff (Fig. 75, 1–8) Zellen von der Breitseite eirund, entweder beide Längsseiten konvex geschwungen oder die eine (hyaline) fast gerade, im letzteren

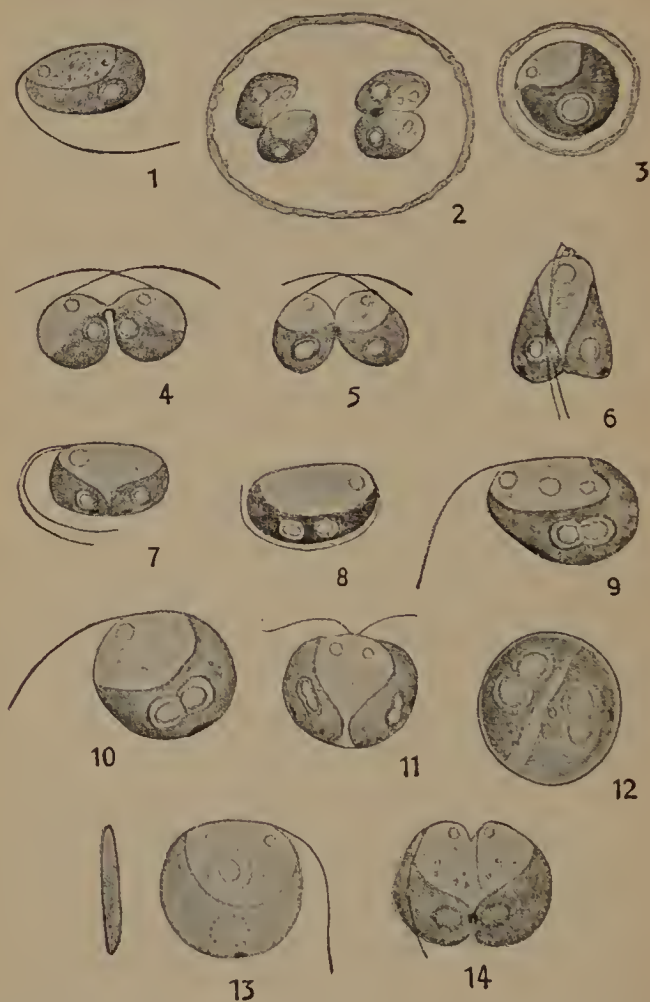


Fig. 75. *Pedinomonas*. 1–8 *P. minor*, 1 von der Breitseite; 2, 3 im palmelloiden Zustande mit Teilung; 4–6 Kopulation; 7, 8 z. Teil bewegliche Zygoten; 9–12 *P. maior*; 9, 10 Zellen von der Breitseite; 11 bewegliche; 12 encystierte Zygote; 13 *P. rotunda*; 13 von der Schmal- und von der Breitseite; 14 Kopulation (nach Korschikoff).

Falle wird die Zelle an dieser Seite etwas eckig. An der anderen, immer konvexen Seite, der große Chromatophor, der nur wenig über das abgerundete Hinterende hinweg auf die hyaline Längsseite hinübergreift und vorne bis zum Vorderende geht. Stigma und Pyrenoid vorhanden; dieses mit hohlkugelig zusammen-

schließenden Stärkekörnchen umgeben, im stumpfen Teile der Zelle etwas seitlich gelegen. Geißel über körperlang. Kopulation ganzer Zellen beobachtet, nach Korschikoff verliert die lange bewegliche, den vegetativen Zellen ähnliche Zygote die eine Geißel durch Abstoßen.

Palmellenbildung beobachtet.

Zellen 4–5 μ lang.

Aus schmutzigen Wässern um Charkow, Twer, Petersburg.

2. **Pedinomonas maior** Korschikoff (Fig. 70, 9–12). Größer als die vorige Art, nicht so sehr eirund, sondern schief eckig bis trapezoedisch, die hyaline Flanke oft konkav. Geißel nur so lang wie der Körper oder kürzer. Chromatophor wie bei der ersten Art. Pyrenoid hier mit zwei uhrglasartigen Stärkekälotten umgeben. Zygote im beweglichen Zustande mehr rundlich. Verlust der einen Geißel hier durch Einziehen. Ruhende Zygote mit glatter Haut.

Länge der Zellen bis 7 μ . Palmellen nicht beobachtet.

Im Charkower Bezirk.

Hier scheint vielleicht eine unvollständige Beobachtung vorzuliegen, ich halte es für unwahrscheinlich, daß sich zwei allem Anscheine nach so nahestehende Arten in der Weise unterscheiden, daß die eine die Geißel abstößt, die andere sie aber einzieht.

3. **Pedinomonas rotunda** Korschikoff (Fig. 75, 13, 14) Zellen von der Breitseite kreisrund, höchstens an der Geißelansatzstelle leicht stumpf, verwischt eckig. Chromatophor infolge der runden, scheibenförmigen Gestalt der Zelle fast halbmondförmig ausgeschnitten. Pyrenoid mit Stärkekörnchen umgeben, Kern etwas über der Mitte der Zelle. Geißel kürzer als die Zelle. Länge der Zelle bis 10 μ . Die unreifen Zygoten haben dieselbe Gestalt wie die vegetativen Individuen.

In einer schmutzigen Pfütze des Charkower Bezirkes.

Die zweite von Korschikoff hierhergestellte Gattung ist

Heteromastix Korschikoff

Zellen ebenfalls mit einer ausgesprochenen Breit- und Schmalseite. Von der Breitseite aus halbkreisförmig (im jugendlichen Zustande), schließlich fast sechseckig oder trapezoedisch mit zwei einander gegenüberliegenden längeren und vier kürzeren Kanten; mit einem deutlichen, derben, sehr selbständigen Periplasten versehen, aus dem der Protoplast ausgedrückt werden kann. Trotzdem wird der Periplast bei der Teilung mitgeteilt. Geißeln zwei, in der Mitte der einen Längskante inserierend ungleich lang. Chromatophor sehr groß, die beiden Breitseiten und die eine Schmalseite auskleidend, nur bei der Geißelbasis eine helle Zone freilassend; hier die kontraktile Vakuole. Pyrenoid sehr groß, mit zwei ungleichen, sehr großen, uhrglasartigen Stärkekälotten.

Stigma deutlich, dunkel, doch nicht rot gefärbt, strichförmig an der Vorderkante unter der längeren Geißel.

Teilung im beweglichen Zustande; anscheinend Teilung der kürzeren Achse nach. [Kopulation zweier ganzer, vegetativer Individuen beobachtet. Zygote lange beweglich, schließlich eine kugelige, glattwandige Zelle liefernd. Keimung der Zygote allem Anscheine nach nicht gesehen. Bewegung zitternd oder raschgleitend und unregelmäßig, wobei der Körper mit seiner Längsachse in der Bewegungsrichtung liegt und die beiden Geißeln ebenfalls in diese Richtung gerichtet sind.

Eine einzige Art:

Heteromastix angulata Korschikoff (Fig. 76) mit den Charakteren der Gattung. Länge 7–10 μ .

In kleinen Wasseransammlungen um Charkow und Twer.



Fig. 76. *Heteromastix*. 1, 2 Zellen von der Breitseite; 3–5 Kopulation und bewegliche Zygote; 6, 7 encystierte Zygoten (nach Korschikoff).

Diese Gattung scheint vielleicht eine Art der Gattung *Nephroselmis* Stein zu sein.

Diese beiden Gattungen werden, soweit ich Korschikoff, dessen russische Arbeit nur ein kurzes Resümee hat, richtig verstehe, in Verbindung gebracht mit *Mesostigma* Lauterborn. Ich glaube, daß eine solche Beziehung nicht besteht, *Mesostigma* ist zwar flach, aber in der Weise flach geworden, daß die Zelle von vorne nach hinten also in der Richtung der Längsachse, abgeflacht wurde, sie ist gewissermaßen zu einer — allerdings sattelförmig gekrümmten Querscheibe — abgeplattet, während die beiden behandelten Gattungen von den Längsseiten her zusammengedrückt sind. Letztere beide haben das morphologische Vorderende an einem der beiden Zellenden erhalten, *Mesostigma* hat das Vorderende mitten in der abgeplatteten Scheibe liegen; hier kommen

auch die beiden Geißeln aus der Mitte der Scheibe, bei den beiden Gattungen von einem Ende oder vom Rande. Hier ist auch der Chromatophor nur plattgedrückt worden, bleibt aber an der Längsseite liegen, bei *Mesostigma* ist aber der Chromatophor durch die Abflachung der Zelle von oben her zu einem schmalen Bande geworden, daß den Umfang der Zellscheibe begleitet. Die Ähnlichkeit der beiden Gattungen ist nur ganz äußerlich. Gerade die Orientierung der Organe bei den drei Gattungen läßt erkennen, daß die Abflachung auf ganz verschiedene Weise zustande gekommen ist.

Überaus wichtig erscheinen mir die Beobachtungen über die Hologamie bei *Pedinomonas* und *Heteromastix*. Nachdem auch Arago bei *Polytomella* eine solche angibt und das Gleiche auch Wislouch bei seiner *Raciborskiella* tut¹⁾, scheint bei den niederen grünen Flagellaten, einerlei welche Stellung sie haben — ob ihre anscheinend primitive Form abgeleitet oder primär ist — diese Form der geschlechtlichen Fortpflanzung vorhanden zu sein und kommende Untersuchungen müssen solche Fälle auch genau in bezug auf Reduktionsteilung prüfen, oder zumindest auf die Teilungen in der Zygote. Lassen die Fälle *Polytomella*, *Heteromastix* und *Pedinomonas* dadurch, daß eine Dauerzygote ausgebildet wird, in der vielleicht die Reduktionsteilung vorgenommen wird, immerhin noch die Übereinstimmung mit dem Phasenwechsel der andere Volvocalen vermuten, so versagt dies bei *Raciborskiella*, bei der die Zygote kein Dauerstadium zu liefern scheint und sofort zu neuen Teilungen übergeht, — richtige und zutreffende Beobachtungen vorausgesetzt.

Chlamydomonadinae.

Zellen einzeln lebend; mit einer differenzierten Hülle, die nach der Teilung zurückbleibt.

Protoplast im ausgebildeten Zustande mit radiären Fortsätzen in die nach innen vergallerteten Hüllen hineinragend.

Sphaerellaceae (S. 121).

Protoplast ohne solche radiäre Fortsätze Chlamydomonadaceae (S. 135).

Sphaerellaceae.

Zellen einzeln oder in Kolonien vereinigt. Hülle mit äußerer weitabstehender dichter Schicht, unter welcher sich um den Protoplasten herum eine wenig konsistente Masse einschiebt, so daß die Protoplasten von einer weitabstehenden Membran umgeben sind. Protoplasten im Prinzip mehr oder weniger ellipsoidisch birnförmig mit zahlreichen feinen oder wenigen, dann derberen, oft verzweigten und auch verschieden langen, radiär ausstrahlenden Fortsätzen versehen, die die wenig konsistente Zwischenschicht durchsetzen und meist bis zur äußeren, dichteren Membranschicht reichen. Geißeln durch Röhrchen austretend. Chromatophor im Prinzip topfförmig, oft in die radiären Fortsätze des Protoplasten hineinreichend, netzförmig, nach Wollenweber aus feinen tingierten

1) Hologamie konnte ich in einer zum Teil etwas modifizierten Form auch bei *Asteromonas* und *Pyramidomonas* beobachten.

Röhrchen bestehend; nicht immer deutlich abgegrenzt. Pyrenoide zwei bis mehrere. Stigma immer vorhanden, groß; in der Aufsicht immer mehr oder weniger sphärisch-dreieckig. Kontraktile Vakuolen mehrere bis viele, dann über die Oberfläche des ganzen Chloroplasten verteilt.

Teilung der Länge nach angelegt, mit Drehung zur Querrichtung. Geschlechtliche Fortpflanzung bekannt: Kopulation gleicher Gametozosporien. Derbwandige Zygoten. Ungeschlechtliche Sporen in der Form von Aplanosporen und Akineten.

Ausgiebige Hämatochrombildung sehr häufig und nicht nur auf die Dauerformen beschränkt, sondern auch bei den beweglichen Formen.

Biologisch sehr interessante Familie, die in weitgehendem Maße an rasch und oft austrocknende Lokalitäten angepaßt ist, deren Zellen imstande sind, in kurzer Zeit aus dem beweglichen ins unbewegliche Stadium überzugehen und umgekehrt. Im ausgetrockneten Zustande goldgelbe bis zielgelrote oder braunrote Überzüge an den ausgetrockneten Stellen bildend.

Einzelebend

einige Gattung

Koloniebildend

einige Gattung

! *Haematococceae*

Haematococcus (S. 122).

Stephanosphaereae

Stephanosphaera (S. 131).

Es ist nicht ausgemacht, daß mit diesen beiden Gattungen die Familie der *Sphaerellaceae* erschöpft wäre. Wie schon von anderen Forschern betont wurde, liegt auch die Möglichkeit vor, daß auch unter der jetzigen Gattung *Volvox* Arten vorhanden sind, die hierherzustellen wären. In der Tat weisen die Plasmodesmen mancher *Volvocalen* große Ähnlichkeit, um nicht zu sagen, Übereinstimmung mit den Protoplastenfortsätzen der *Sphaerellaceen* auf und die Annahme, daß die protoplasmatischen Verbindungen bei *Volvox* die gleichen radiären Fortsätze sind, wie sie bei den *Sphaerellaceen* charakteristisch auftreten, ist nicht von der Hand zu weisen. Andererseits scheint mir eine Umstellung einzelner Arten von *Volvox* deshalb noch nicht angängig, weil gerade die vegetativen Zellen der *Volvox*-Arten bis jetzt noch nicht ausreichend untersucht sind. Hier hat eine neuerliche vergleichende Untersuchung einzusetzen. Daß aber *Volvox* eine heterogene Sammelgattung, bestehend aus konvergenten Gliedern verschiedener Herkunft, ist, scheint mir ganz sicher zu sein.

Haematococcus Agardh em. Flotow

(*Sphaerella* aut. z. T.)

Zellen einzeln lebend, ellipsoidisch bis gestreckt ellipsoidisch oder eiförmig bis verkehrt eiförmig; von einer deutlichen Membran umgeben, die allermeistens (an jungen Zellen aber oft nicht) durch eine Zwischenschicht von sehr dünner Konsistenz vom Protoplasten oft allseitig, oder nur an den Seiten beginnend und gegen die Basis zunehmend abgehoben wird. Protoplast mehr oder weniger ei- bis birnförmig, vorne in eine hyaline, schnabelartige Verlängerung ausgezogen, von der die beiden meist körperlangen Geißeln ausgehen. Die Geißeln durchsetzen mit zwei Röhrchen die Hülle. An ihrer Austrittsstelle liegt eine bei den verschiedenen

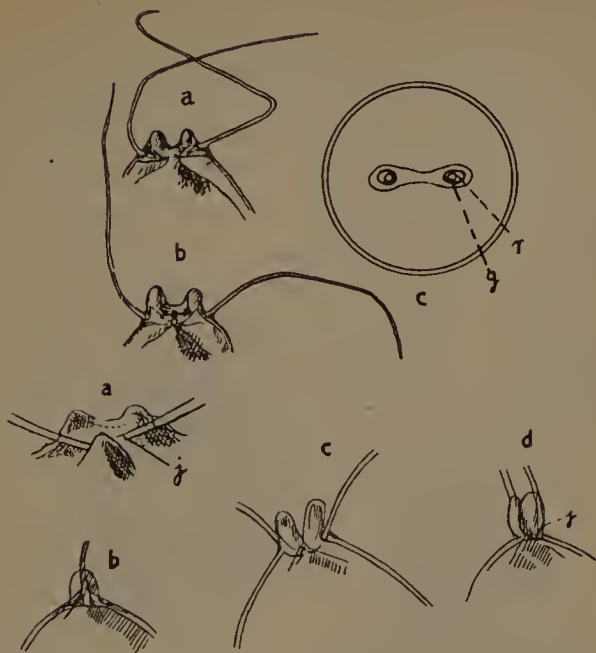


Fig. 77. *Haematococcus droebakensis*. Oben a—c Geißelinsertion und Papille; a, b von der Seite; c von vorne; unten *H. droebakensis* var. *fastigata*; a—d Papillen in verschiedener Lage (nach Wollenweber)

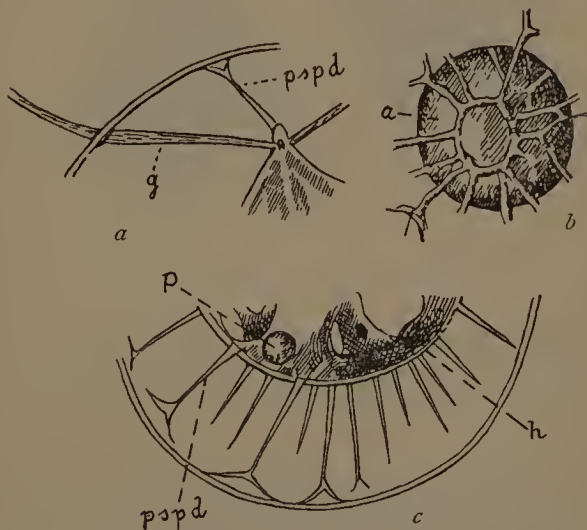


Fig. 78. a *Haematococcus pluvialis*. Vorderende: Protoplastenende mit den Basalteilen der beiden Geißeln (*g*); b Pyrenoid von *H. droebakensis*; c *H. pluvialis*; Hinterende des Protoplasten; Pseudopodien (*pspd*) zart, erst am Ende verzweigt; a = Stärke (nach Wollenweber).

Arten verschieden gestaltete, manchmal ganz verwischte Papille. Protoplast mit radiären, sich manchmal verzweigenden nur ganz vorne fehlenden Fortsätzen die Hülle bis zur derberen Außenwand durchsetzend. Diese Fortsätze entweder sehr zahlreich und fein oder derb und wenig zahlreich. Chromatophor mehr oder weniger dickwandig, birn- bis topfförmig aus einem feinen grünen Röhrengerüst bestehend, das von dem farblosen Protoplasma ausgefüllt ist.

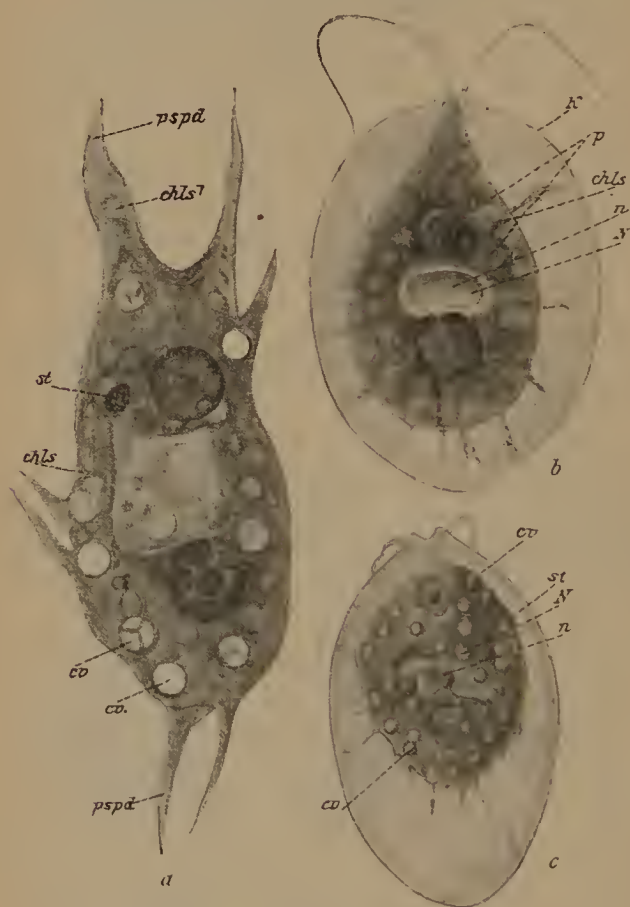


Fig. 79. *Haematococcus droebakensis*. a Protoplast; *pspd* Pseudopodien; *chls* Chromatophor; *st* Stärke, *cv* kontraktile Vakuole; b, c ausgewachsene Zellen; Bezeichnungen wie früher (nach Wollenweber).

Pyrenoide zwei oder mehrere; bei zweien das eine vor, das andere hinter dem etwas vor der Mitte der Zelle gelegenen großen Zellkern. Als Assimilat wird Stärke gebildet, die in Form von hohlkugelig zusammenschließenden Stücken um die Pyrenoide abgeschieden wird. Der Volutingehalt wurde von Reichenow untersucht. Volutin tritt zu Zeiten lebhafter, vegetativer Tätigkeit in größeren Mengen auf, um vor den Teilungen und während der Teilungen selber abzunehmen. Stigma groß. Kontraktile Vakuolen mehrere, bis

viele, oft schwer zu sehen; über die Oberfläche des Chromatophoren anscheinend regellos verstreut.

Vermehrung durch Längsteilung, die aber durch Drehung der Tochterzellen mit Querlagerung endet, meist vier, seltener acht Tochterzellen liefernd.

Geschlechtliche Fortpflanzung mittels kleiner Gametozoosporien, die zu mehreren, bis 16 (seltener zu 32), gebildet werden. Kopulation erst bei einer Art beobachtet, derbwandige Zygoten mit glatter Wand liefernd, die an Größe zunehmen und vier Tochterzellen, bewegliche Schwärmer, entlassen oder aber wieder unbewegliche derbwandige Zellen liefern.

Ungeschlechtliche Dauersporien in der Form von Aplanosporien, die innert der beweglichen Zellen gebildet werden und ebenfalls derb und glattwandig und hämochromreich sind. Auch sie bilden entweder Schwärmer aus, die bald zu den normalen vegetativen Individuen heranwachsen oder bilden wieder vier, acht bis 64 derbwandige Aplanosporien, die oft noch lange durch die Membranen der Mutterzellen zusammengehalten werden und kleine palmelloide Lager¹⁾ bilden können.

Eine biologisch ungemein interessante Gattung, deren Morphologie in neuerer Zeit hauptsächlich durch Hazen, vor allem aber durch Wollenweber und deren Physiologie durch Reichenow ganz oder zum großen Teil geklärt wurde. Die Arten kommen alle an Stellen vor, die in kurzer Zeit trocken werden können und haben sich daher weitgehend an den Wechsel von naß und trocken angepaßt. Alle bilden Hämatochrom aus, die einen Arten nur im Stadium der Aplanosporien, die anderen

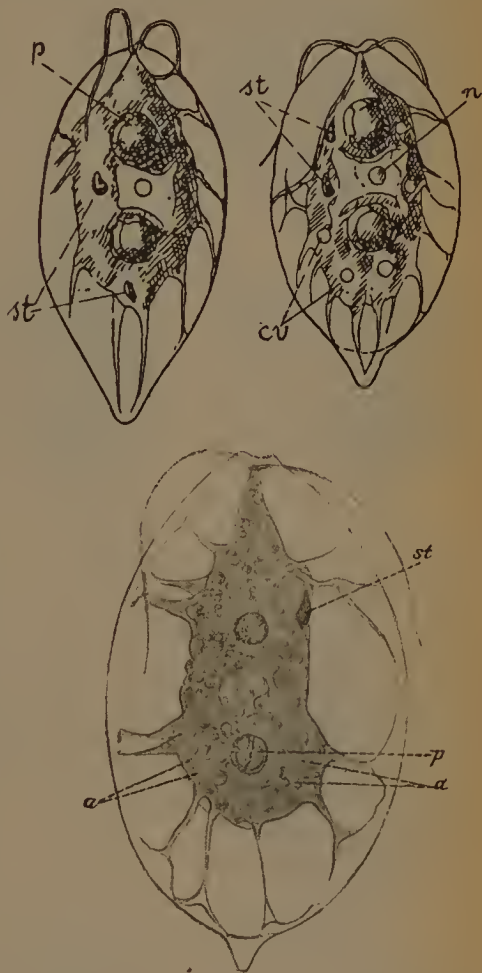


Fig. 80. *Haematococcus droebakensis* v. *fastigata*. Übersichtsbilder über die erwachsenen Zellen; (nach Wollenweber).

1) Es handelt sich hier aber nicht um richtige Palmellen.

aber auch im beweglichen Stadium. Die Hämatochrombildung ist physiologisch zum Teil bedingt durch die Zusammensetzung des Mediums, vor allem durch das Fehlen von Stickstoff, während Stickstoffgehalt die Hämatochrombildung unterdrückt. Dagegen ist die Temperatur ohne Einfluß auf die Hämatochrombildung, die Qualität des Lichtes aber nur insofern, als die Hämatochromverteilung in der Zelle in Beziehung dazu steht.

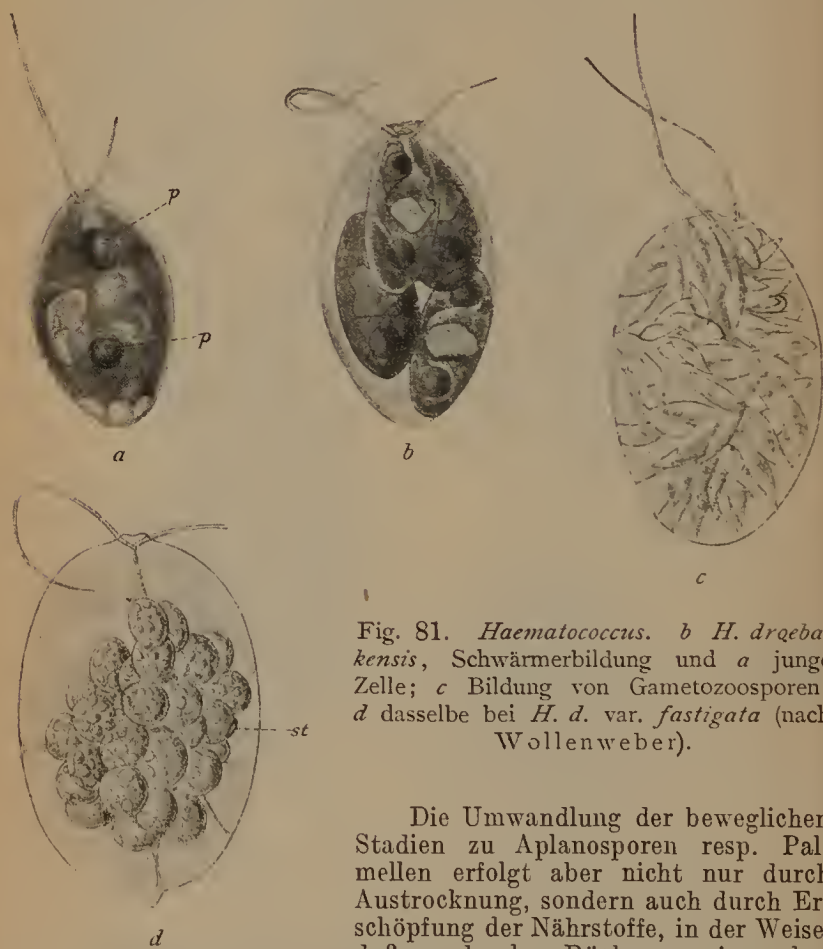


Fig. 81. *Haematococcus*. *b* *H. drakebakensis*, Schwärmerbildung und *a* junge Zelle; *c* Bildung von Gametozoosporen; *d* dasselbe bei *H. d. var. fastigata* (nach Wollenweber).

Die Umwandlung der beweglichen Stadien zu Aplanosporen resp. Palmellen erfolgt aber nicht nur durch Austrocknung, sondern auch durch Erschöpfung der Nährstoffe, in der Weise, daß auch der Rückgang eines derselben unter ein gewisses Minimum die Aplanosporenbildung auslöst. Demzufolge hat auch nicht nur Befeuchtung die Bildung beweglicher Stadien zur Folge, sondern auch Zusatz von Nährstoffen zu den erschöpften Medien.

Diese durch das Experiment festgestellten Beziehungen haben ihre naheliegenden Analogien in der Natur.

Die Bildung von Palmellen schließt aber die weitere Teilungstätigkeit nicht aus, die anscheinend bei einem Gehalt an Nährstoffen erfolgen kann, bei dem das bewegliche Stadium resp. eine Vermehrung im beweglichen Stadium nicht mehr möglich ist. Die Beobachtung, daß Palmellen besonders gerne bei tiefer Temperatur

gebildet werden, steht ebenfalls damit in Einklang, denn Kälte wirkt wie Nährstoffmangel insofern, als auch durch sie die Lebens-tätigkeit herabgesetzt wird. Im Zusammenhange damit steht vielleicht auch die manchmal zu beobachtende enorme Größenzunahme solcher Aplanosporen.

Die Angehörigen dieser Gattung bilden mit anderen Algen den charakteristischen roten Belag schnell austrocknender Vertiefungen im Gestein, doch auch kleiner Becken, Steinrinnen, Steintrögen und auch ähnlichen aus Beton gefertigten Dingen, welcher Belag in den allermeisten Fällen durch einfaches Überdecken mit Wasser aus den unbeweglichen Stadien die beweglichen Monaden entwickelt. Der Hämatochromgehalt verbleibt (auch bei Kultur) mehreren Generationen von beweglichen Zellen, bis er allmählich reduziert wird. In der Zwischenzeit zeigen die Zellen in mannigfacher Weise die Reduktionsstadien des Hämatochroms, das zuerst den ganzen Chromatophorenapparat bedeckt und schließlich peripher immer mehr schwindet, bis schließlich auch die letzten zentralen Schollen geschwunden sind. Neben den in der Mitte der Zelle gelegenen Hämatochroms halten sich auch Spuren davon lange in der Nähe der Geißelbasis. Im übrigen verhalten sich die Arten nicht gleich, es wurden fast ausschließlich die Verhältnisse der verbreitetsten Art, des *Haematococcus pluvialis* und des *H. droebakensis* zugrunde gelegt. Bei *Haematococcus droebakensis* scheint die Hämatochrombildung nicht so intensiv zu sein wie bei der ersten Art. Das meiste hier Gesagte geht auf die Bearbeitung Wollenwebers (morphologisch) Reichenows (physiologisch) zurück.

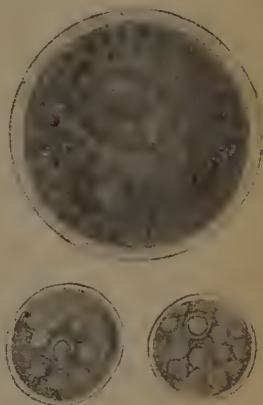


Fig. 82. *Haematococcus droebakensis*. Oben Dauerzelle; unten zwei Zygoten (nach Wollenweber).

Bestimmungsschlüssel der Arten.

Zwei Pyrenoide:

Stigma in der Höhe des vorderen Pyrenoids, Papille in der Form flachliegender Röhrchen. *H. droebakensis* 1.

Stigma knapp über der Zellen-Mitte; Papille oft hoch sattelförmig. *H. Buetschlii* 2.

Zahlreiche Pyrenoide, ohne deutliche Warze. *H. pluvialis* 3.

1. *Haematococcus droebakensis* Wollenweber (Fig. 77—82) Zellen meist etwas gestreckt ellipsoidisch, basal leicht stumpfkegelförmig verschmälert. Warze zusammengebogen, ausgesprochen sattelförmig. Protoplast birnförmig, ungefähr von der Länge der Zellbreite, mit radiär ausstrahlenden, wiederholt unregelmäßig verzweigten, oft grünen Plasmafortsätzen, die größtenteils bis an die äußerste Schicht der weitabstehenden Hülle reichen. Vorderende des Protoplasten lang schnabelartig zu-

gespitzt, mit zwei annähernd körperlangen Geißeln, die durch recht- oder stumpfwinklig zueinanderstehende Geißelröhrchen austreten. Chromatophor derb birnförmig, dickwandig, aus einem zarten grünen Netzwerk bestehend, das sich auch in die radiären Plasmafortsätze erstrecken kann und diese deutlich grün färbt. Zwei Pyrenoide, vorn und am Bodenteile des Chromatophoren liegend (annähernd in den beiden Brennpunkten des Ellipsoids der Zelle) mit hohlkugeligen Stärkeschalen. Stigma sehr groß und deutlich, etwas vor der Mitte der Zelle, von oben gesehen im Umriss sphärisch-dreieckig, von der Seite gesehen im Umriss schirmmützenartig. Kontraktile Vakuolen sehr zahlreich (bis 60) in der oberen Schicht

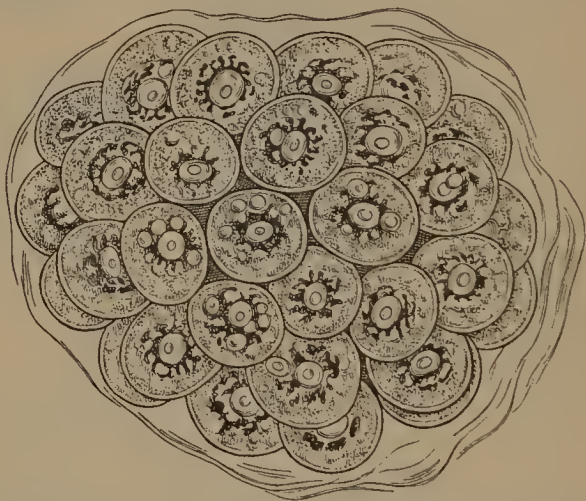


Fig. 83. *Haematococcus pluvialis*. Aplanosporenhaufen, aus einer Aplanospore durch successive Teilungen hervorgegangen (nach Wollenweber).

des Chromatophoren liegend und nicht selten dem Chromatophoren ein sehr grobblasiges Aussehen gebend. In halber Höhe der Zelle in der Höhlung des Chromatophoren, meist exzentrisch gelegen, der Zellkern, oft umgeben von Vakuolen des Plasmas.

Vermehrung durch Längsteilung, deren Ebene allerdings etwas zur Längsachse geneigt ist. Ebene der zweiten Teilung senkrecht zur ersten. Vier Tochterzellen. Gametozoosporen bis über 100 gebildet, nackt, spindelförmig, meist mit sehr lang ausgezogenem Hinterende, mit nur einem Pyrenoide, und, wohl oft durch äußere Umstände bedingt, ungleich groß, ohne daß sich funktionell Unterschiede im Sinne einer Heterogamie nachweisen ließen. Zygoten bis zu 50 μ Durchmesser heranwachsend, mit glatter Membran, kugelig, später rötlich. Als Dauerstadien treten neben den Zygosporen noch auf Aplanosporen, die innerhalb der Membran der Monade ohne vorheriges Austreten des Protoplasten gebildet, rund, und glattwandig sind, 30–50 μ im Durchmesser haben und durch Verschwinden der Zellwand der Monade frei werden.

Zellen (bewegliche) bis $70\ \mu$ lang, bis $34\ \mu$ breit. Gametozosporen bis $9\frac{1}{2}\ \mu$ lang, bis $5\ \mu$ breit.

Ernährung mixotroph. Aus den Schären Norwegens in flachen Steinmulden.

var. fastigata Wollenweber (Fig. 80) konstant dadurch vom Typus des *Haematococcus droebakensis* unterschieden, daß die Zelle weniger ellipsoidisch-walzlich, sondern mehr verkehrt eiförmig ist und basal allmählich und bogig (nicht kegelförmig) in ein kurzes schwanzartig verlängertes, stumpfes Ende ausgezogen ist. Länge der Zellen bis $60\ \mu$, Breite bis $35\ \mu$.

Von den gleichen Stellen wie der Typus auf der Felseninsel Smellen, in der Nähe von Lyngör (Skagerak).

2. **Haematococcus Buetschlii** Blochmann (Fig. 84) Zellen ellipsoidisch. Hülle weitabstehend, vorne mit ganz flacher Warze, die eigentlich nur aus zwei ganz flach der Hülle aufliegenden Röhrchen besteht. Protoplast mit dicken, frühverzweigten Auszweigungen. Chromophor und Pyrenoide wie bei *Haematococcus droebakensis*. Stigma etwas weiter nach vorne gelegen, halbmondförmig. Nach Blochmann nur zwei bis drei kontraktile Vakuolen im vorderen Drittel der Zelle¹⁾. Länge bis $60\ \mu$.

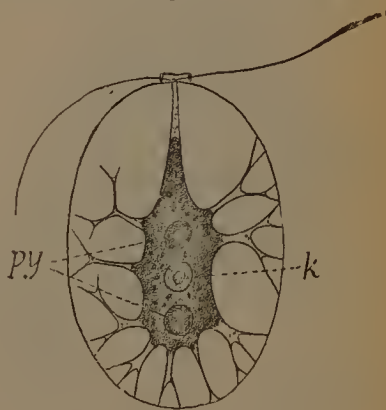


Fig. 84. *Haematococcus Buetschlii* (nach Blochmann).

Möglicherweise mit *Haematococcus droebakensis* nahe verwandt.

3. **Haematococcus pluvialis** Flotow em. Wille (Fig. 83, 85, 86), Zellen breit eiförmig bis breitellipsoidisch, fast nie leicht verkehrt eiförmig, basal und vorne breit abgerundet. Erwachsene Zellen ohne vordere Warze; nur ganz junge Zellen mit etwas glockenförmiger Warze, die sich aber mit dem fortschreitenden Wachstum der Zelle ganz verwischt. Membran sehr weit abstehend. Protoplast mit seinem vorderen schnabelartigen Fortsatze nicht bis zur äußersten Schicht der Membran reichend, Membran also auch vorne weit vom Protoplasten abstehend. Am Vorderende des Protoplasten zwei sehr stumpf auseinanderstrebende Geißelröhren, aus denen zwei annähernd körperlange Geißeln austreten. Zahlreiche radiäre, unverzweigte oder verzweigte, oft zahlreiche und feine, oft wenige und dann derbere Plasmafortsätze, die nur am Vorderende nicht entwickelt sind. Chromatophor birn-topfförmig, dickwandig, oft deutlich netzförmig-strangförmig aussehend, oft körnig, nicht in die Plasmafortsätze eintretend, ganz nach vorne reichend; mit mehreren

1) Nach anderen Autoren aber sehr zahlreiche kontraktile Vakuolen.

bis zahlreichen Pyrenoiden, die anscheinend ohne bestimmte Regel verteilt sind. Stigma meist sehr blaß, äquatorial oder etwas höher gelegen; von der Oberfläche gesehen, sphärisch-dreieckig, von der Seite sichelförmig bis spitzwinklig dreieckig. Kern im zentralen Lumen, etwas vor der Mitte gelegen, groß; oft von mehreren Vakuolen des Plasmas umgeben. Kontraktile Vakuolen wegen Stärke und Hämatochromgehalt im gewöhnlichen Vorkommen schwer oder nicht wahrnehmbar, in Kulturen dagegen deutlich werdend, zahlreich und über die Oberfläche des ganzen Protoplasten verstreut, vielleicht mehr an den Basen der radiären Plasmafortsätze gehäuft. Teilung der Länge nach, doch mit gleichzeitiger zunehmender Drehung bis schließlich die geteilten Protoplasten in der erweiterten Hülle der Mutter-

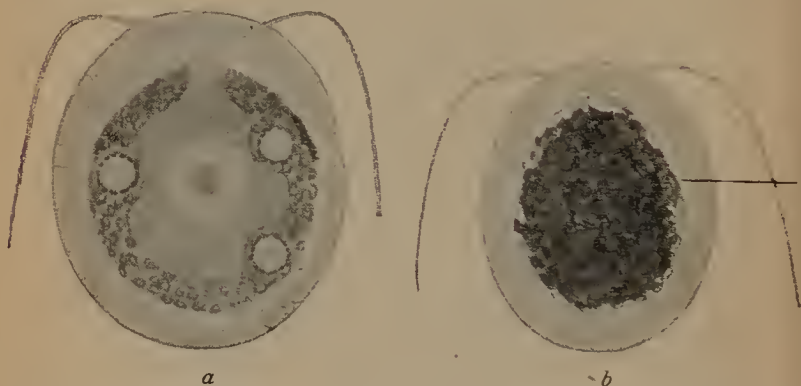


Fig. 85. *Haematococcus pluvialis*. *a* Hämatochrom-arme Zelle im optischen Längsschnitte; *b* Hämatochrom-reiche Zelle. Erstere mehrere Wochen in Nährlösung gezogen, letztere aus Regenwasser (nach Reichenow).

zelle quer zu liegen kommen. Darauf allermeistens noch eine weitere Teilung, mit bereits vorhergegangener Drehung der Teilprotoplasten bis schließlich die vier Tochterzellen zueinander liegen wie die Ecken eines Tetraeders. Manchmal auch noch eine dritte Teilung, so daß unter Umständen auch acht Tochterzellen entstehen. Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet. Kleine Schwärmer beobachtet, die zu 16 oder 32 entstehen, angeblich nur aus den noch zu beschreibenden Aplanosporen hervorgehen, leicht verkehrteiförmig bis gestreckt eiförmig, basal verschmälert und manchmal leicht ausgezogen und spitz sind; rein grün oder mit sehr wechselndem Hämatochromgehalt. Vielleicht sind sie mit einer zarten enganliegenden Haut umgeben oder vielleicht auch nackt. Kopulation nicht beobachtet. Aplanosporen kugelig mit glatter, derber Membran, durch Teilung langsam an Größe zunehmend und nach einiger Zeit bis 60 Tochterzellen liefernd. Diese lange in der gemeinsamen Muttermembran zusammengelassen und als „Palmellen“ bezeichnet (Fig. 83). Aus den Aplanosporen, die meist sehr hämatochromreich sind, gehen wieder mit oder ohne Teilung

normale bewegliche Individuen oder die kleinen als Gametozoosporen in ihrer geschlechtlichen Funktion aber noch nicht beobachteten Schwärmer hervor. — Länge der Zellen bis $63\ \mu$ Breite, bis $51\ \mu$. Stigma bis $13\ \mu$ lang, kleine Schwärmer $10\ \mu$ lang bis $8\ \mu$ breit. Aplanosporen $30\text{--}50\ \mu$ messend.

Eine allgemein verbreitete Art.

Über Reinkulturen haben Jakobsen und Reichenow Angaben gemacht.

Es ist wahrscheinlich, daß bei *Haematococcus pluvialis* mehrere physiologisch, wenn auch vielleicht morphologisch nur wenig voneinander abweichende Gruppen vereinigt sind. Physiologische Analyse der einzelnen Stämme tut dringend not. Einer dieser Stämme scheint konstant, etwas, wenn auch nicht viel, kleiner zu sein, und auch niemals Größen bis $60\ \mu$ sondern



Fig. 86. *Haematococcus pluvialis*. Links erwachsene Zelle; junge Zelle; rechts Teilungsstadium (nach Wollenweber).

höchstens $45\ \mu$ zu erreichen. Seine Aplanosporen sind ebenfalls etwas kleiner und schreiten bereits bei viel geringerer Größenzunahme zur Teilung. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die bei den einzelnen Untersuchern zutage getretenen Differenzen darauf zurückzuführen sind, daß sie eben mit verschiedenen Rassen gearbeitet haben.

Stephanosphaera F. Cohn

Kugelige bis leicht ellipsoidische Kolonien, die nach außen durch eine dichtere, festere Schicht von Gallerte begrenzt sind, innert welcher eine weniger konsistente Substanz die Kugel ausfüllt. Kolonien meist aus 8 seltener 16, doch auch sehr häufig aus nur 4, seltener nur aus 2 Zellen gebildet. Auch einzellige Stadien können sich fallweise bilden. Zellen zu allermeist äquatorial, parallel zur einen Achse der Kolonie in annähernd gleichen Abständen kranzförmig stehend (bei 16 Zellen werden zwei übereinanderstehende,

ziemlich parallele Kreise gebildet), manchmal dem einen Pole der Kolonie stark genähert und die gegenüberliegende Seite größtenteils freilassend. In seltenen Fällen nehmen nicht alle Zellen an dieser Gürtelbildung teil, sondern stehen einzeln oder zu zweien dem einen Pol genähert und dann oft in Querstellung. Zellen selber gestreckt ellipsoidisch oder mehr eiförmig und vielleicht (an dem wenigen von mir gesehenen Material schien es mir so) gegen das Zentrum der Kolonie zu etwas mehr als gegen die Außenseite zu ausgebaucht. Über die Membranen der Einzelzellen fehlen Angaben. Der Protoplast ist wie bei *Haematococcus* gebaut und bildet zahlreiche, radiär abstehende Fortsätze aus, die besonders an den Enden der Zellen entwickelt sind und bis an die Außenschicht der Hülle reichen, in den mittleren Partien der Zellen aber kürzer werden und auch ganz fehlen. Ihre Form, Zahl und Beschaffenheit ist veränderlich, gegebenenfalls fehlen sie ganz. Chromatophor ebenfalls aus einem netzigen Röhrenwerk bestehend, oft ohne deutliche Grenzen und ebenfalls in die Basalteile der Protoplastenfortsätze reichend. Zwei Pyrenoide, deren Lage aber nicht so klar bestimmt ist wie bei *Haematococcus*, manchmal aber mehrere, bis 5. Stigma im Wesen ebenfalls sphärisch-dreieckig, doch etwa rundlicher als bei *Haematococcus*. Kontraktile Vakuolen über den ganzen Protoplasten verteilt. Die Zellen sind durch ihr koloniales Beisammensein ausgesprochen einseitig geworden; die hyaline vordere Plasmaspitze des Protoplasten sieht nicht nach vorwärts in die Richtung der Achse der Kolonie, sondern schief nach auswärts, die Zelle mit ihren Organen ist gewissermaßen etwas von oben nach außen zurückgebogen. Durch eine eigene, etwas trichterige Öffnung der Gallerthülle treten die beiden ungefähr zellenlangen Geißeln schief seitlich aus. Infolge der angegebenen Verlagerungen der Zelle liegen auch die beiden Pyrenoide nicht wie bei den *Haematococcus*-Arten mit zwei Pyrenoiden übereinander, sondern schief nebeneinander, manchmal sogar hintereinander, wie sich auch das Stigma zwar am morphologischen Vorderende der Zelle, nicht aber dem Vorderende der Zelle überhaupt befindet.

Vegetative Vermehrung dadurch, daß durch eine Reihe aufeinanderfolgender Teilungen aus jeder Zelle 4 oder 8 Tochterzellen gebildet werden, die wieder kranzförmig zu einer neuen Kolonie zusammenschließen, neue Gallerthüllen bilden und aus der Mutterkolonie austreten. Hierbei beteiligen sich alle Zellen einer Kolonie oder (seltener) nur einige, ja es kann geschehen, daß auch einzelne Zellen ungeteilt bleiben und trotzdem wie eine Tochterkolonie, aber ungeteilt, austreten. Das ergibt dann einzellige Formen, die aber bald wieder zur Teilung schreiten und dann eine Kolonie ergeben. Teilung der Einzelzellen unter Abrundung und Einziehung der Plasmafortsätze quer, in Wirklichkeit eine, hier wegen der unregelmäßigen Beschaffenheit der Zelle nicht leicht erkennbare Längsteilung mit nachfolgender oder gleichzeitiger Drehung in die Querlage. Die folgenden Teilungen senkrecht auf die vorhergehende; doch erfolgen oft Verschiebungen und Drehungen.

Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation gleicher Gametozoosporien, die im fertigen Zustande ausgesprochen spindelförmig, basal oft sehr lang verschmälert und spitz, an beiden Enden hyalin sind, einen fast unmerklichen, blassen Augenfleck und zwei Geißeln haben, die etwas über halbkörperlang sind. Der Chromato-

phor erscheint bei ihnen undeutlich begrenzt und wandständig. Gametozoosporen zu (selten) 4, 8, 16 oder 32 gebildet, im Prinzip nach dem Modus der Bildung vegetativer Kolonien meist unter Beteiligung aller Zellen, doch können welche verspätet dazu kommen oder einzelne es ganz unterlassen. Die Kopulation beginnt mit der Verklebung der beiden Geißelpaare, worauf sich beide Schwärmer Seite an Seite legen (die dem Stigma gegen-

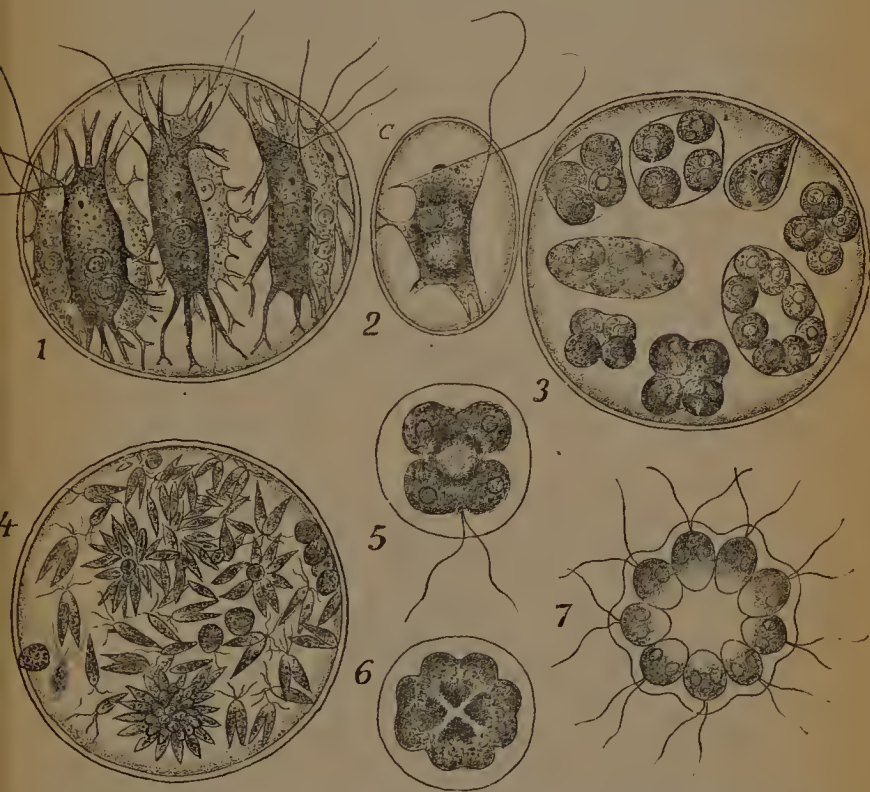


Fig. 87. *Stephanophaera pluvialis*. 1. Kolonien; 2. einzelne, vorübergehend isoliert lebende Zelle; 3., 5., 6., 7. Bildung der Tochterkolonien; 4. Gametenbildung (nach Hieronymus).

überliegenden Seiten einander zugekehrt), zunächst eine noch bewegliche, viergeißelige Zygozoospore liefern, die bald aber kugelig und unbeweglich, gelblichgrün bis olivgrün wird und sich mit einer derben glatten Membran umgibt. Die Zygote nimmt an Größe zu, wird schließlich bis $22-28\ \mu$ dick und färbt sich im ausgetrockneten Zustande rot und wird den Aplanosporen von *Haematococcus* ähnlich. Aus ihnen geht bei der Keimung je eine (?) Kolonie hervor. Die nicht kopulierten Gametozoosporen sterben und bilden keine Dauerstadien.

Neben diesen sexuell entstandenen Cysten werden auch asexuelle Cysten, wahrscheinlich Aplanosporen, vielleicht aber Akineten gebildet. Diese scheinen den normalen Dauerzustand zu bilden.

Stephanosphaera ist seit dem Jahre 1887 nicht mehr untersucht und bedarf der neuerlichen Untersuchung. Völlig unklar ist der Anteil, den die einzelnen Zellen an der Koloniebildung haben und wie beschaffen die Zellmembranen der Einzelzellen innert der Kolonie sind. Die Gallertkugel wird immer als homogen hingestellt, was sie sicher nicht ist. Der Protoplastenbau wurde durch Wollenweber einigermaßen geklärt, bedarf aber ebenfalls einer weiteren Prüfung. Hieronymus gibt ferner an, daß die Gametozoosporen, die aus der gleichen Mutterzelle hervorgehen, untereinander nicht kopulieren, daß es also auch völlig eingeschlechtliche Kolonien gebe, während normalerweise die einen Zellen einer Kolonie das eine.



Fig. 88. *Stephanosphaera pluvialis*. Gamete, Kopulation und Zygoten (nach Hieronymus).

die anderen das andere Geschlecht in den aus ihnen entstandenen Gametozoosporen äußerten, so daß die Kopulationen bereits innerhalb der Kolonien sich vollziehen können. Das Alles ist nachzuprüfen. Da sich die zu Gametangien gewordenen Zellen einer Kolonie von *Stephanosphaera* oft nicht gleichzeitig, sondern hintereinander entleeren, so stellt *Stephanosphaera* ein gutes Objekt für Studien über Geschlechtsverteilung und Geschlechtsvererbung dar, um so mehr als die Zygoten relativ leicht zu keimen scheinen.

Stephanosphaera erschien in ihrem Vorkommen allem Anscheine nach auf Urgestein und Sandsteingebirge beschränkt und tritt hier in den seichten Vertiefungen des Gesteins auf, die zeitweise mit Wasser gefüllt, leicht austrocknen, um ebenso gelegentlich wiedergefüllt zu werden. Im ausgetrockneten Zustande verbleibt am Boden dieser Vertiefungen ein eingetrockneter Satz verschiedener Algen von goldgelber bis schmutzigoranger, seltener braunroter Färbung: die „Goldschüsselchen“ der Bewohner einzelner Gebirge.

Bis jetzt nur eine Art beschrieben:

Stephanosphaera phivialis F. Cohn (Fig. 87, 88) mit den Merkmalen der Gattung. Kolonien 30–60 μ im Durchmesser, Einzelzellen 7–12,5 μ lang, daher sehr viel kleiner als Zellen von *Haematococcus*. Im Gebiete verbreitet: in der Nähe des Dorfes Grunau bei Hirschberg im Riesengebirge (klassischer Fundort). Auf Granit um Schmiedeberg, wahrscheinlich im ganzen Riesengebirge verbreitet. Ferner aus der Pfalz (Drachenfels), angegeben von Schmidle. Vielleicht auch auf dem Brocken, dem Schwarzwalde. Im Elbesandsteingebirge. Karpathen.

Übrigens nicht auf die Gebirge beschränkt; an geeigneten Gesteinsstellen auch im Flachlande (Südböhmen bei Neuhaus).

Während die Alge bis jetzt als charakteristischer Bewohner der leicht austrocknenden Felsenschüsseln beobachtet wurde, gibt jüngst Swirenko an daß er *Stephanosphaera* aus Material aus den Seen des Dnjestr unweit von der Mündung (gesammelt von Lebedeff und Klimentoff) gefunden habe. Das Auftreten der Alge so nahe am Schwarzen Meere, in der südrussischen Steppe, weit ab von jedem felsigen Gebirge ist schwer zu erklären, möglicherweise stammt sie aus dem Quellgebiete des Dnjestrsystems. Sie fand sich auf der linken Uferseite in der Nähe des Dorfes Bjelajewka in reichlichen Mengen im Plankton, wie auch zwischen den Uferpflanzen im Juni-Juli.

Chlamydomonadaceae.

Künstliche Familie, die alle isoliert lebenden Volvocalen umfaßt, soweit sie nicht nackt sind oder den Zellbau der Sphaerellaceen haben: also einzeln lebende, zwei oder viergeißelige Formen (vgl. die großteils unsicheren, als eingeißelig beschriebenen Formen) mit anliegender oder abstehender, manchmal stark verschleimter, doch auch verkalkter oder auch nach manchen Angaben chitinöser Hülle resp. Membran, und einem Protoplasten, der keine radiären Fortsätze wie die Sphaerellaceen hat. Chromatophor topfförmig oder in mannigfacher Form davon abgeleitet und auch bei vielen mehr oder weniger in Scheibchen aufgelöst. Formen mit verkleinerten Chromatophoren kommen vor, ebenso solche, die ihn völlig verloren haben. Kontraktile Vakuolen zwei oder mehrere. Geschlechtliche Fortpflanzung bei vielen Formen beobachtet.

Ungemein formenreiche Familie, deren Gattungen ebenfalls nur ganz künstlich gegeneinander abgegrenzt werden können.

Die Chlamydomonadaceen lassen sich ebenfalls nur ganz künstlich in mehrere Gattungsgruppen zerlegen, zwischen denen aber zahlreiche Übergänge vorhanden sind, so daß scharfe Abgrenzungen unmöglich sind.

Grüne, mit deutlichen Chromatophoren versehene Formen (Chromatophoren allerdings bei einigen in sichtlicher Verkleinerung begriffen).

Ohne derbe Schalen.

Chlamydomonadeae (S. 136).

Mit derben Gehäusen.

Schalen nur aus einem Stücke bestehend.

Coccomonadeae (S. 348).

Gehäuse aus zwei der Länge nach zusammenschließenden Schalen bestehend.

Phacoteae (S. 355).

Zellen farblos, ohne Chromatophoren.

Polytomeae (S. 373).

Chlamydomonadeae.

Künstliche Gruppe, die jene Chlamydomonadaceen umfaßt, die grün sind, aber keine derben Gehäuse haben, sondern anliegende oder abstehende, nicht selten mit einer Gallerthülle umgebene oder ganz in Gallerthüllen umgewandelte Membranen.

Formenreichste Gruppe der Volvocalen, in der die Monstregattungen *Chlamydomonas* und *Carteria* den Hauptbestandteil ausmachen. Systematik und Abgrenzung der Gattungen ganz künstlich. Soweit sie nach nicht einigermaßen faßbaren Merkmalen zu ziemlich äußerlich charakterisierten Gattungen zusammengefaßt werden, bildet alles, was zweigeißelig ist, die Gattung *Chlamydomonas*, alles Viergeißelige die Gattung *Carteria*. Die Gattungen gehen größtenteils ineinander über, eine scharfe Abgrenzung ist vielfach ganz unmöglich (vgl. *Chlamydomonas-Chlorogonium*).

Obwohl in dieser Reihe die meisten Formen beschrieben wurden, ist die Formenfülle auch noch nicht annähernd erfaßt. Das gilt für das Süßwasser, vor allem aber für die marinen Formen. Trotz der umfassenden Untersuchungen, speziell durch Korschikoff, kennen wir nur einen Bruchteil der tatsächlich existierenden Formen.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen der *Chlamydomonadeae* ¹⁾.

- I. Zellen ohne radspeichenartige Querfortsätze im vorderen Teile und weder mit warzenartigen Membranverdickungen ²⁾ versehen, noch auch unregelmäßig gelappt.
1. Zellen im optischen Querschnitte völlig oder annähernd kreisrund ³⁾.

1) Die Gattungen sind größtenteils nach ganz künstlichen Merkmalen abgegrenzt und bezeichnen mehr Extreme bestimmter Entwicklungsrichtungen, als daß sie diese Entwicklungsrichtungen umfassen oder durchgreifend charakterisieren. Die jetzt geführten Gattungen sind untereinander größtenteils durch alle Übergänge verbunden und eine scharfe Abgrenzung ist ganz unmöglich. Dazu sind manche dieser Gattungen nur sehr wenig bekannt und meist nur nach den vegetativen Stadien beschrieben. Hier mehr wie sonst, ist die Gattungsumgrenzung ein Kompromiß aus praktischen Gesichtspunkten und persönlicher Erfahrung. Der Bestimmungsschlüssel strebt nur den Zweck des Erkennens an und bedarf bei seiner Benutzung immer der Unterstützung durch die Abbildung. Deshalb sei auf die Figuren der hierhergehörigen Gattungen verwiesen.

2) Die vordere Membranpapille, die bei vielen Formen entwickelt ist, natürlich ausgenommen.

3) Falls die eingeißelige, walzliche Monade vor und hinter dem Zellkerne je einen sternförmigen Chromatophoren haben sollte, vgl. die

A. Viergeißelige Formen ^{1), 2)}.

a) Der Länge nach nicht leicht schraubig gedreht.

Carteria (S. 138).

b) Der Länge nach leicht schraubig gedreht.

Spirogonium (S. 169).

B. Zweigeißelige Formen.

a) Zellen meist nicht auffallend gestreckt spindelförmig.

α) Einfache Membran oder Gallerthülle; falls letztere vorhanden, dann von der Form des umhüllten Protoplasten.

Chlamydomonas ²⁾ (S. 173).

β) der von Gallerthülle umgebene Protoplast ist spindelförmig, die Gallerthülle aber ellipsoidisch.

Sphaerellopsis (S. 322).

b) Zellen bis gestreckt spindelförmig, oft mit vielen Vakuolen.

Chlorogonium ³⁾ (S. 312).

2. Zellen im optischen Querschnitte nicht rund.

A. Im optischen Querschnitte breit elliptisch, stumpf vierkantig, manchmal mit deutlicher Bauch- und Rückenseite; niemals dünn und plattgedrückt.

a) viergeißelige Formen.

Carteria (S. 138)

b) zweigeißelige Formen.

α) Geißeln naheinander eingefügt.

* Mit abstehender, im optischen Querschnitte stumpf vierkantiger Hülle, die meist durch krümelige Auflagerungen braun gefärbt ist.

Thorakomonas (S. 324).

** Membran zart, oft vergallert.

Chlamydomonas ⁴⁾ (S. 169).β) Geißeln in größerem Abstände voneinander eingefügt ⁴⁾.* Chromatophor unregelmäßig durchlöchert, riesige bis 100 μ und mehr messende Monade.**Gigantochloris** (S. 335).

** Chromatophor in kleine Scheibchen aufgelöst, Zellen meist in Gallerthüllen.

Gloeomonas (S. 326).

ganz unsichere Gattung *Cylindromonas* im Anhang zu den *Chlamydomonadaceae* (S. 403).

1) Die Prüfung einer Zelle genügt nicht. Manche viergeißeligen Formen stoßen beim Absterben manchmal ein oder das andere Geißelpaar ab. Andererseits treten manchmal viergeißelige Formen auf, die lang bewegliche Zygozoosporen zweigeißeliger Gattungen darstellen.

2) Sind die vier Geißeln in großen Abständen und nicht naheinander am Vorderende eingefügt, dann vergleiche die völlig unsichere Gattung *Tetratoma* (S. 348).

3) *Chlamydomonas* und *Chlorogonium* gehen ineinander über; vielleicht nur deshalb, weil wir über die Morphologie mancher *Chlorogonium*-Arten nicht gut orientiert sind. Manche Autoren vereinigen beide Gattungen; ich behandle sie getrennt, um die große Gattung *Chlamydomonas* nicht noch monströser zu machen.

4) Ist die Zelle nur vorne keilförmig verschmälert und gerade abgestutzt siehe: *Spenochloris* (S. 327).

B. Ganz flache, oft fast blattartige Monaden.

a) Ohne Pyrenoide.

α) Viergeißelige Formen mit zwei plattenförmigen, symmetrisch zueinanderstehenden Chromatophoren.
Scherffelia (S. 170).

β) Zweigeißelige, sehr kleine Formen.

* Chromatophor als winziges, schiefes, basales Plättchen entwickelt. Zellen vorne nicht ausgerandet. **Platychloris** (S. 331).

** Chromatophor noch etwas muldenförmig, die beiden Schmalseiten auskleidend, auf der Breitseite meist wenig entwickelt. Zellen vorne ausgerandet. **Scourfieldia** (S. 329).

b) Mit zahlreichen Pyrenoiden, zweigeißelige Monaden, vorne ausgerandet bis ausgebissen.

Phyllomonas (S. 332).

II. Zellen mit warziger Membran oder mit vier radspeichenartigen, armförmigen Fortsätzen.

1. Nur Warzen, die regelmäßig oder unregelmäßig verteilte Wandverdickungen darstellen und zuerst nur plasmaerfüllte Vorwölbungen der Membran sind, die nach Zurückweichen des Plasmas mit Membransubstanz ausgefüllt werden, oder statt der Warzen unregelmäßige Lappen (?).

A. Zellen im optischen Querschnitt rund, mit oft zahlreichen, manchmal unregelmäßig verteilten Warzen oder Lappen (?) versehen. **Lobomonas** (S. 336).

B. Zellen vierkantig, mehr prismatisch; die Enden der etwas schraubig gedrehten vier Kanten mit je einer dicken Membranwarze. **Diplostauron** (S. 341).

2. Vier armartige, stumpfe oder spitze, radspeichenartig abstehende Fortsätze.

A. Viergeißelige Form, Fortsätze stumpf, fast abgestutzt. **Chlorobrachis** (S. 343).

B. Zweigeißelige Form, Fortsätze meist spitz, mehr oder weniger nach rückwärts gebogen.

Brachiomonas (S. 347).

Carteria Diesing

(*Corbieria* Dangeard, *Pithiscus* Dangeard, *Tetramastix* Korschikoff.)

Zellen einzeln lebend. Von der sonst ganz übereinstimmenden *Chlamydomonas* durch den Besitz zweier Geißelpaare unterschieden, die um 90° gegeneinandergedreht sind, so daß die Geißeln im Kreuze zueinander stehen, Zellform rund, eiförmig ellipsoidisch bis walzig und allen Übergängen dazwischen, im optischen Querschnitte meist rund, niemals aber ganz flach, in einigen Arten etwas zusammengedrückt, bei anderen mit stumpf vierkantigem Vorderende. Membran zart bis derb, niemals schalenartig, mit oder ohne Papille. Chromatophor im Prinzip topfförmig, aber auch in vielen davon ableitbaren Abänderungen; nur sehr selten und da an den bis jetzt bekannten Süßwasserformen nur an einer Art scheibchenförmig zerteilt. Mit einem oder mehreren Pyrenoiden oder

ohne solches, mit, oder seltener, ohne Stigma. Kontraktile Vakuolen bis jetzt immer nur zwei konstatiert, vorne gelegen. Vermehrung durch Längsteilung oder nach vorheriger Drehung Querteilung. Meist vier Tochterzellen, die oft etwas andere Form haben, wie die erwachsenen Zellen. Geschlechtliche Fortpflanzung: Kopulation gleicher oder auch in allen Übergängen ungleicher, behäuteter oder nackter Zoogameten. Extreme Heterogamie, wie bei *Chlamydomonas*, nicht nachgewiesen. Palmellen und asexuelle Cysten sehr wahrscheinlich, eigentlich erst bei wenigen Arten nachgewiesen; in der Beschreibung, vielleicht auch als gewissermaßen selbstverständlich, oft übergegangen.

Wie *Chlamydomonas* ebenfalls künstliche Gattung, die Alles unter den Chlamydomonadaceen zusammenfaßt, was mit Ausnahme von *Spirogonium*, der extrem flachen pyrenoidfreien *Scherffelia* und der marinen *Platymonas* und der schalentragenden *Pedinopera* Chromatophoren und vier Geißeln besitzt. Wenig bekannte Gattung, die trotz der morphologischen Übereinstimmung mit *Chlamydomonas* doch viel weniger reich gegliedert zu sein scheint als diese. Die bis jetzt bekannten Arten oft nur nach künstlichen, äußerlichen Gesichtspunkten, die hauptsächlich vom Zwecke der Unterscheidbarkeit bestimmt werden, beschrieben.

Im allgemeinen leicht saprobe, verbreitete Gattung, die aber ohne Geißelfeststellung bei flüchtiger Beobachtung immer als *Chlamydomonas* angesehen wird. Bei manchen Formen ist der Chromatophor deutlich und wie es scheint, konstant blaß, bei einigen infolge der geringen Zahl nicht sicher beschreibbaren Formen, schien es mir, als ob er, wie bei manchen *Chlamydomonas*-Arten, eine auffallende Verkleinerung erfahren hätte. Auf diese unbeschriebenen Formen sei noch besonders hingewiesen. Sie haben deshalb Interesse, weil sie uns eventuell die nahe Verwandtschaft der völlig farblosen *Tetrahlepharis*, die bis auf den Mangel eines Chromatophoren völlig mit *Carteria* übereinstimmt, aufzeigen kann. *Carteria* verhält sich zu *Tetrahlepharis* genau wie *Chlamydomonas* zu *Polytoma*, nur hat *Tetrahlepharis* noch das Pyrenoid, das bei *Polytoma* völlig abhanden gekommen ist.

Die viergeißelige *Scherffelia* hat breite, ganz flache, am Rande manchmal gekielte und oft der Länge nach etwas gedrehte Zellen mit zwei plattenförmigen Chromatophoren und kein Pyrenoid.

Die ebenfalls viergeißelige *Pedinopera*, deren Angehörige zuerst als Arten der Gattung *Carteria* beschrieben wurden, hat eine weitabstehende, skulpturierte, starre Hülle. *Platymonas* ist marin.

Auffallend ist die relativ geringe Artenzahl der Gattung. Das beweist aber zunächst noch nicht eine geringere Entwicklung als bei *Chlamydomonas*. Ich glaube vielmehr, daß viele *Carteria*-Arten bei oberflächlicher Beobachtung — ohne weitere Geißelprüfung — als *Chlamydomonas* bezeichnet werden¹⁾.

Für *Carteria* sind, sieht man von *Carteria Phaseolus* ab, ausgesprochene dorsiventrale Formen noch nicht bekannt.

Völlig fehlt bei *Carteria* — nach unseren derzeitigen Kenntnissen die Artenreihe mit zwei axialen Pyrenoiden, — eines vor, eines

1) Mir widerfuhr es oft, daß eine Form ganz überraschenderweise, nicht wie vermutet, zwei sondern vier Geißeln hatte, also eine *Carteria* war.

hinter dem Zellkerne, die der Untergattung *Amphichloris* der Gattung *Chlamydomonas* entspricht. (*Chl. penium*, *Kleini*, *opistostigma* usw.)

Die Gattung *Carteria* ist sehr inhomogen, es sind alle viergeißeligen Formen, die nicht irgendwie morphologisch besonders charakterisiert sind, in ihr zusammengefaßt. Deshalb stößt hier eine weitere klare Trennung auf dieselben Schwierigkeiten, wie bei *Chlamydomonas*, wozu der Umstand kommt, daß *Carteria* noch viel weniger bekannt ist wie diese Gattung.

Genau so wie bei *Chlamydomonas*, so stehen sich auch hier Formen mit axialem und mit parietalem Pyrenoid gegenüber und dann ferner die Formen mit topf- und H-förmigen Chromatophoren. Die Zerteilung des Chromatophoren kann bei allen diesen Reihen einsetzen, die einzige bis jetzt bekannte, mit Chromatophorenscheibchen versehene Art (*Carteria polychloris*) hängt mit den Formen mit H-Chromatophoren zusammen und hat noch das zentrale Pyrenoid und den häufig basalen Kern dieser Gruppe.

I. Ein Pyrenoid:

1. Pyrenoid, axial:

A. Chromatophor topfförmig, Pyrenoid basal. *Eucarteria*.

B. Chromatophor H-förmig, Pyrenoid zentral. *Pseudagloë*.

2. Pyrenoid lateral, in halber Höhe der Zelle. *Corbierea*.

II. Mehrere Pyrenoide.

Carteriopsis.

III. Ohne Pyrenoid.

*Tetramastix*¹⁾.

Eucarteria mit den Arten *globosa*, *globulosa*, *Fritschii*, *simplex*, *alpina salina*, *semiglobosa*, *quadrangulata*, *coniformis*, *multifilis*, *Klebsii*, *Oliveri*, *elongata*, *plana*, *compressa*, *viridestriata*, *radiosa*, *pallida*.

Pseudagloë mit *micronucleolata*, *multifissa*, *crucifera*, *polychloris*.

Corbierea mit *obtusata*, *excentrica*, *Dangeardii*.

Carteriopsis mit *coccifera*.

Tetramastix mit *oleifera*, *malleolata*, *ovata*, *caudata*, *albostrigata*, *lobata*.

Unsieher in ihrer Stellung ist *Carteria Phaseolus*, da aus der knappen Darstellung nicht hervorgeht, ob das „zentrale“ Pyrenoid tatsächlich zentral liegt oder wandständig und in halber Höhe ist.

Bestimmungsschlüssel der Arten²⁾.

Eucarteria.

Arten mit topfförmigem Chromatophoren und einem basalen Pyrenoid.

1. ohne Papille.

A. Kugelige Formen, vorne niemals ausgerandet.

a) Zellen sehr klein, bis 12 μ groß, Chromatophor basal nur wenig verdickt, Stigma vorne. **C. globulosa** 1.

b) Zellen bis 30 μ groß, Basalstück des Chromatophoren fast bis zur Mitte reichend. **C. globosa** 2.

1) Künstliche Reihe, die pyrenoidlos gewordenen Formen umfassend.

2) Da bei einzelnen *Chlamydomonas*-Arten die kopulierenden Gameten als viergeißelige Zygozoosporen oft sehr lange beweglich bleiben, so muß mit der allerdings sehr geringen Wahrscheinlichkeit gerechnet werden, daß solche viergeißelige Zygozoosporen als Carterien angesehen werden können.

B. Eiförmige, verkehrt eiförmige, ellipsoidische oder halbkugelige Formen.

a) Mit sehr dicker, fast schalenförmiger Membran; Zellen ei- bis verkehrt ei-ellipsoidisch, vorne sehr rasch und fast gerade in ein kleines Spitzchen zusammengezogen. **C. Fritschii** 3.

b) Membran zart.

α) Zellen nach vorne verschmälert, nicht gerade abgestutzt und ausgerandet.

* Chromatophor nicht gelappt oder zerteilt; Zellen eiförmig, vorne spitz. **C. simplex** 4.

** Chromatophor im Wandstück in mehrere längs- laufende Streifen, im Basalstück mehr in radiäre Lappen zerteilt; Zelle stumpf. **C. pallida** 5.

β) Zellen vorne breit abgestutzt und ausgerandet.

* Zellen ohne Schmal- und Breitseite, gleichmäßig gebaut.

† nach vorne nicht vierkantig und nicht in vier kurze Lappen vorgezogen. Zellen ellipsoidisch bis verkehrt ei-ellipsoidisch, der Länge nach gestreift. **C. alpina** 6.

†† Nach vorne vierkantig werdend; vorne in vier kurze Lappen vorgezogen.

Zellen etwas über halbkugelig; ohne Stigma.

C. hemiglobosa 7.

Zellen walzlich; Stigma vorne.

C. quadrangulata 8.

** Zellen zusammengedrückt; nur von der Breitseite gesehen vorne breit ausgerandet. **C. cordiformis** 9.

II. Zellen mit Papille.

1. Chromatophor nicht in radiäre oder längslaufende Lappen zerteilt.

A. Zellen nicht zusammengedrückt oder gekrümmt.

a) Zellen kugelig. **C. multifilis** 10.

b) Zellen ellipsoidisch bis ellipsoidisch-walzlich.

α) Papille relativ klein, stumpf, ohne Längsriefen, Membran oft derb. **C. Klebsii** 11.

β) Papille groß, längsriefig (unsichere Art).

C. Olivieri 12.

c) Zellen verkehrt eiförmig, durch die basal vorgezogene Membran schwanzartig verlängert. **C. elongata** 13.

B. Zellen bohnenförmig ellipsoidisch-walzlich bis breit verkehrt eiförmig. **C. Phaseolus** 14.

C. Zellen der Länge nach zusammengedrückt.

a) Von der Breitseite gesehen elliptisch. **C. plana** 15.

b) Von der Breitseite gesehen verkehrt eiförmig.

C. compressa 16.

2. Chromatophor in Lappen aufgelöst.

A. Chromatophor in zahlreiche, um das Pyrenoid zusammenschließende, radiäre Strahlen aufgelöst; Zelle kugelig mit niedriger, breiter Papille. **C. radiosa** 17.

B. Wandstück des Chromatophoren in parallelverlaufende, ungleichlange und nicht gleichbreite Längsstreifen aufgelöst; Zellen ei-ellipsoidisch mit sehr kleiner Papille.

C. viridestriata 18.

Pseudagloë.

Arten mit zentralem Pyrenoid; Chromatophor H-förmig, ganz, gelappt oder in Scheibchen aufgelöst.

- I. Chromatophor ganz, nicht gelappt oder zerteilt.
 1. Zellen ellipsoidisch; Papille breit, niedrig und stumpf. **C. micromcleolata** 19.
 2. Zellen mit gestutzter, „kreuzförmiger“ Papille; Chromatophor leicht längsstreifig; Zellen oft etwas eiförmig. **C. crucifera** 20.
- II. Chromatophor gelappt oder in Scheibchen aufgelöst.
 1. Der H-förmige Chromatophor durch Längsspalten in verschieden lange, unregelmäßige Längslappen zerteilt. Zellen ellipsoidisch, mit kurzer spitzer Papille. **C. multifissa** 21.
 2. Chromatophor völlig in kleine Scheibchen aufgelöst; Zellen ohne Papille. **C. polychloris** 22.

Corbierea.

Arten mit seitenständigem Pyrenoid; Pyrenoid meist in halber Höhe der Zelle; Chromatophor topfförmig oder nur einseitig entwickelt.

- I. Chromatophor topfförmig.
 1. Papille klein; nicht scharf abgesetzt. **C. obtusa** 23.
 2. Papille sehr groß, fast halbkugelig. **C. excentrica** 24.
- II. Chromatophor einseitig bis breitringförmig, ohne Basalstück; Zellen eiförmig mit sehr kleiner Papille. **C. Dangeardii** 25.

Carteriopsis.

Arten mit zahlreichen, unregelmäßig verteilten Pyrenoiden. Nur eine Art bekannt:

- Zellen verkehrt eiförmig; mit deutlicher, halbkugeligter Papille. **C. coccifera** 26.

Tetramastix.

Ohne Pyrenoid; künstliche Gruppe, die die pyrenoidlos gewordenen Formen umfaßt, die oft deutlich ihre Beziehung zu Pyrenoid führenden Formen erkennen lassen.

- I. Zellen ohne Papille.
 1. Kugelige Form, klein. **C. oleifera** 17.
 2. verkehrt eilängliche Form, vorne breit abgestutzt und ausgerandet. **C. salina** 18.
- II. Zellen mit Papille.
 1. Chromatophor nicht zerteilt.
 - A. Chromatophor topfförmig.
 - a) Zellen ellipsoidisch, mit großer oft überhalbkugeligter Papille; Stigma basal. **C. malleolata** 29.
 - b) Zellen verkehrt eiförmig.
 - a) Papille relativ groß; Zellen nicht schwanzartig ausgezogen. **C. ovata** 30.
 - β) Papille klein; Zellen durch die kegelförmig abgehobene Membran schwanzartig verlängert. **C. caudata** 31.

- B. Chromatophor seitenständig, muldenförmig bis mantelförmig; Zelle verkehrt eirund; Papille stumpf kegelförmig. **C. albostrata** 32.
2. Chromatophor von Spalten durchbrochen, besonders vorn in Bänder und unregelmäßige Sehibehen aufgelöst; Zellen ei-ellipsoidisch, mit kleiner Papille. **C. lobata** 33.

Eucarteria.

(*Eucharteria* Schmidle).

Arten mit axialem, basalem Pyrenoide im topfförmigen Chromatophoren. Artenreichste Reihe, die bei der Gattung *Chlamydomonas* der Untergattung *Euchlamydomonas* entspricht. Künstliche Einheit, die alle Arten, die sonst nicht zusammenzufassen sind, umfaßt.

1. **Carteria globulosa** Pascher (Fig. 89b). Zellen kugelig, mit zarter Membran ohne vordere Papielle. Geißeln eineinhalbmalkörperlang. Chromatophor topfförmig, bis nach vorne reichend, mit wenig verdicktem Basalstücke. Dieses nicht geradflächig gegen das Innere der Zelle abgegrenzt und auch allmählich in das Wandstück übergehend. Wandstück daher viel größer als bei der ähnlichen *Carteria globosa*. Pyrenoid klein, in der basalen Verdickung. Stigma fast ganz vorne gelegen. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen vorne. Teilung der Länge nach. Andere Stadien nicht beobachtet. Zellen 8–12 μ im Durchmesser. Aus einem verschmutzten Tümpel längs eines Viehweges auf der Hoisenrater Alm bei Ischl (Ober-Österreich).

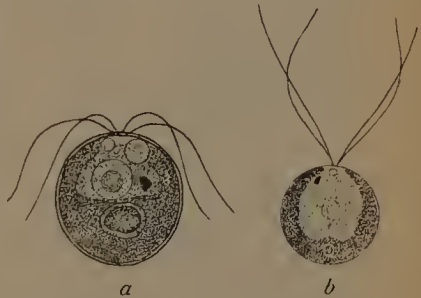


Fig. 89. a *Carteria globosa*; b *C. globulosa* (a nach Korschikoff).

- Vielleicht gehören dazu Palmellen, die gleichzeitig mit der Monade beobachtet wurden und in der Gestalt des Chromatophoren, wie auch der Lage des Stigma mit ihr übereinstimmen, nur etwas größer (bis 15 μ) waren.
2. **Carteria globosa** Korschikoff (Fig. 89a). Zellen exakt kugelig. Membran zart, ohne vordere Papille. Geißeln annähernd körperlang oder etwas länger. Chromatophor glatt, mit mächtig verdicktem, bis zur Mitte der Zelle reichenden Basalstücke, das gegen das Lumen fast geradflächig abgegrenzt ist und einem gleichmäßig dicken bis zur Geißelbasis reichendem Wandstücke. Pyrenoid axial im Basalstück. Stigma knapp über der Zellmitte oder etwas höher, fleckförmig, unregelmäßig gestaltet, ziemlich groß. Kern in der vorderen Zellhälfte; kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung der Länge nach. — Zu dieser von Korschikoff beschriebenen Art gehören wahrscheinlich auch die von Dangeard als *Carteria*

multifilis abgebildeten Formen. Aus diesen Angaben geht hervor, daß behäutete Gameten vorkommen, die bedeutende, allerdings nicht konstante Größenunterschiede aufweisen und annähernd die Form der vegetativen Zellen haben. Möglicherweise handelt es sich bei der von Dangeard beschriebenen Form um eine eigene, aber der *globosa* sehr nahe stehende Art. Zellen nach (Korschikoff) 18–28 μ im Durchmesser. Frankreich, Rußland (Charkow).

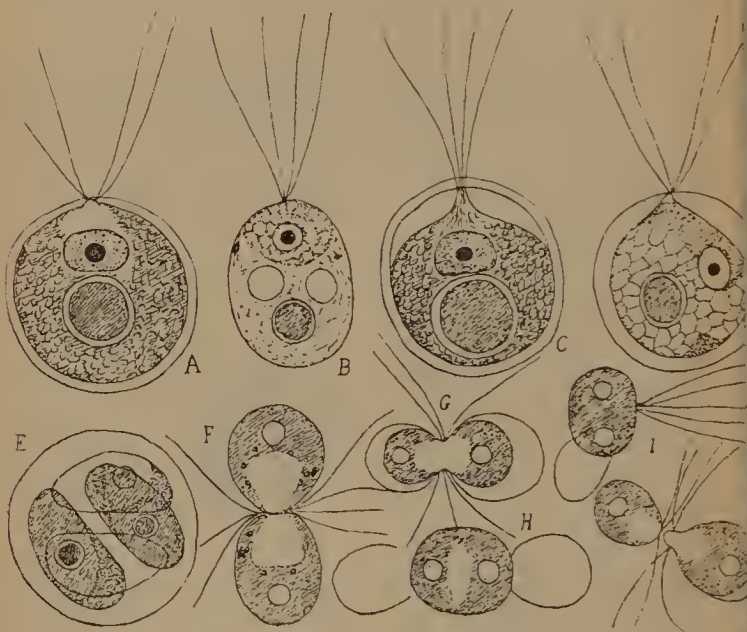


Fig. 90. *Carteria globosa* (von Dangeard als *C. multifilis* angegeben); A, C vegetative Zellen (lebend); B, D gefärbt; E Gamete; F, G, H, I, J Kopulation der behäuteten, an Größe oft sehr ungleichen, doch darin wechselnden Gameten (keine ausgesprochene Heterogamie) (nach Dangeard).

3. *Carteria Fritschii* Takeda (Fig. 91). Zellen breit ellipsoidisch, manchmal leicht zusammengedrückt, leicht verkehrt eiförmig bis eiförmig; basal breit abgerundet, vorne sehr rasch und fast geradlinig breit zugespitzt. Membran sehr derb, ohne vordere Membranpapille, basal oft deutlich vom Protoplaste absteehend, oft auch vorne von ihm abgehoben; manchmal sehr dick und auch ungleichmäßig entwickelt. Protoplast ebenfalls mehr oder weniger breit eiförmig, vorne mit kleiner Plasmappapille, aus der (besonders bei vorne abgehobener Protoplasten) deutlich eine plasmatische Verbindung zu den vier körperlangen Geißeln zieht. Chromatophor groß und topfförmig (ohne nähere Beschreibung) mit einem großen kugeligen oder etwas kantigen Pyrenoide in der basalen Verdickung. Stigma länglich, im vorderen Drittel gelegen. Kern knapp vor der Mitte der Zelle. Zwei kontraktile Vakuolen vorne

Vermehrung durch Längsteilung in zwei oder vier Tochterzellen. Länge 15–20 μ , Breite 11–19 μ .

Bislang nur aus England: Torfmoor bei Keston-Kent.



Fig. 91. *Carteria Fritschii*. Oben drei verschiedene Zellformen; unten Teilung (nach Takeda).

Carteria Fritschii steht unter den bis jetzt beschriebenen *Carteria*-Arten sehr isoliert.

4. *Carteria simplex* Pascher (Fig. 92). Zellen ausgesprochen breit eiförmig, basal breit abgerundet, im vorderen Teile ein wenig konkav bogig verschmälert. Membran sehr zart, basal manchmal etwas abstehend, ohne vordere Papille. Geißeln etwas länger als die Zelle. Chromatophor einfach topfförmig, fast bis zur Papille nach vorne reichend, Wandstück nach vorne wenig verschmälert. Basalstück gleichmäßig, ohne Vorwölbung nach innen. Maschenwerk des Chromatophoren, speziell in bezug auf Längsstreifung sehr deutlich. Pyrenoid kugelig, manchmal etwas verbreitert, Stigma klein, punktförmig, vorne.



Fig. 92. *Carteria simplex*.

Kontraktile Vakuolen vorne. Kern vor der Mitte. Teilung schief unter Querdrehung. Junge Zellen gestreckter als die ausgewachsenen. Andere Stadien nicht gesehen. Zellen 17 bis $21\ \mu$ lang, $10\text{--}15\ \mu$ breit. In einer Regenlache der Straße von Mugrau nach Hörnitz (Böhmerwald).

Die Art sieht auffallend einzelnen *Chlamydomonas*-Arten ähnlich.

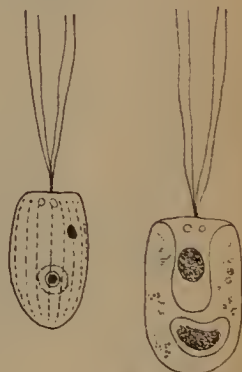
5. *Carteria pallida* Korschikoff (Fig. 93). Zellen eiförmig, basal sehr breit abgerundet stumpf. Membran sehr zart, ohne vordere Papille, Geißeln etwas mehr als körperlang. Chromatophor undeutlich sternförmig, allem Anscheine nach mit einem mächtigen Zentralteil, der bis zur Mitte der Zelle reicht und dem Basalstücke entspricht und auch das große kugelige Pyrenoid enthält; aus diesem ziehen sich sowohl gegen die Basis wie auch nach vorne mächtige Lappen hin. Möglicherweise das Wandstück des Chromatophoren bis zum



93

Fig. 93. *Carteria pallida*
(nach Korschikoff).

Fig. 94. *Carteria alpina*.
Links bei oberflächlicher
Einstellung; rechts im
opt. Längsschnitte (nach
Schmidle).



94

Basalteile herab in große Lappen aufgelöst. Stigma über der Mitte der Zelle, relativ klein, fleckförmig elliptisch. Kern ganz vorne gelegen. Mehrere kontraktile Vakuolen. Andere Stadien nicht gesehen. Länge der Zellen $14\text{--}16\ \mu$, Breite $10\ \mu$.

Aus Rußland: Charkow.

6. *Carteria alpina* Schmidle (Fig. 94). Zellen ellipsoidisch walzlich bis eiförmig, vorne gerade und breit abgestutzt bis ganz leicht ausgerandet. Membran anliegend. Chromatophor groß, bis ganz nach vorne reichend, basal stark verdickt und hier mit einem großen, manchmal querverbreiterten, Pyrenoid. Außenseite des Chromatophoren durch kleine in Längsreihen angeordnete Wälzchen zart gestreift. Stigma im vorderen Drittel, relativ groß und scheibchenförmig. Kern im vorderen Drittel. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Geißeln anderthalbmal körperlang. Teilung der Quere nach. Gametozoosporen mit Membran versehen. Länge $10\text{--}12\ \mu$, Breite $5\text{--}8\ \mu$, meist $10\ \mu$ lang und $6\ \mu$ breit. Gameten nur $4\ \mu$ im Durchmesser. In den Alpen (Obergurgel) in Gletschermühlen.

7. *Carteria semiglobosa* Pascher (Fig. 95). Zellen etwas über halbkugelig, mit ganz zarter Wand, die basal manchmal leicht absteht. Basal abgerundet, nach vorne stumpf vierkantig

werdend, wobei die etwas ausgehöhlte Vorderfläche von vier Randhöckern, die den vier Kanten entsprechen, begrenzt wird. Geißeln zentral in der Vorderfläche inserierend, bis zweieinhalbmal körperläng. Chromatophor groß topfförmig, mit leicht verdicktem Basalstücke. Hier ein manchmal quer verbreitetes, oft etwas kantiges Pyrenoid. Wandstück nicht sehr gegen den Vorderrand verschmälert und mit vier flachen Lappen in die vier Höcker des Vorderrandes hineinreichend. Kein Stigma. Kern etwas außer der Achse der Zelle gelegen. Kontraktile Vakuole nur eine beobachtet, vielleicht kommt aber wegen der eigenartigen Gestalt der Zelle jeweils immer nur eine zur Sicht. Teilung der Länge nach. Vier Tochter-

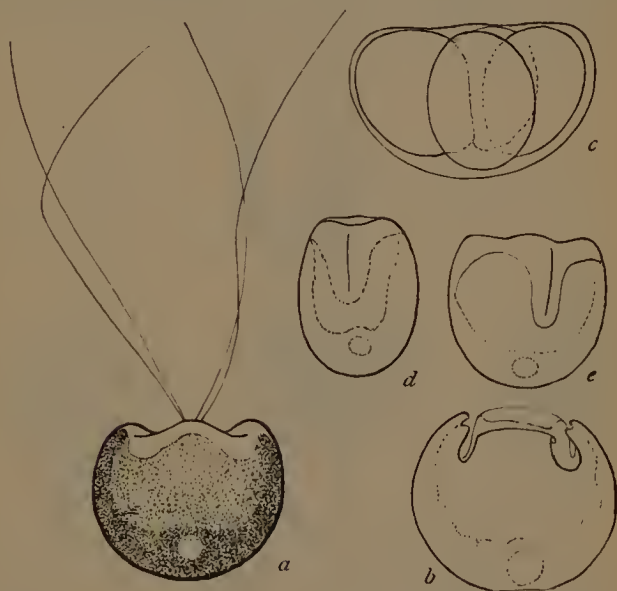


Fig. 95. *Carteria semiglobosa*. a vegetative Zelle; b Chromatophor; c Teilung; d junge Zelle; e dieselbe halb herangewachsen.

zellen. Tochterzellen beim Austritte in ihrer Form abweichend. ausgesprochen ellipsoidisch, vorne leicht eingedrückt und leicht angedeutet vierkantig. Beim späteren Wachstum wird die Querrichtung sehr gefördert. Ich glaube sogar, daß sich die Zelle dabei verkürzt. Cysten, Palmellen und geschlechtliche Fortpflanzung nicht gesehen. Zellen bis 15 μ breit.

Aus einem klaren, kalten Quelltümpel unter verschiedenen Fadenalgen.

Diese *Carteria*-Art kommt in der Form der Zelle der *Pyramidomonas semiglobosa* außerordentlich nahe und kann mit ihr verwechselt werden. Abgesehen von den deutlichen Größenunterschieden ist der Teilungsmodus verschieden, da sich *Pyramidomonas* direkt in zwei Zellen teilt, während bei *Carteria* die Tochterzellen innerhalb der Membran gebildet werden. Außerdem hat *P. semiglobosa* ein deutliches Stigma.

8. *Carteria quadrangulata* Pascher (Fig. 96). Zellen fast walzlich, basal abgerundet, vorne gestutzt und ausgerandet und in vier stumpfe, kaum divergierende Lappen ausgezogen und dadurch vorne vertieft. Membran zart, keine Papille. Geißeln annähernd körperlang. Chromatophor topfförmig, basal sehr schwach verdickt, vorne als geschlossenes Gebilde bis zur Basis der Lappen reichend und sich mit ganz flachen Vorsprüngen in diese hineinerstreckend. Doch können diese Vorsprünge

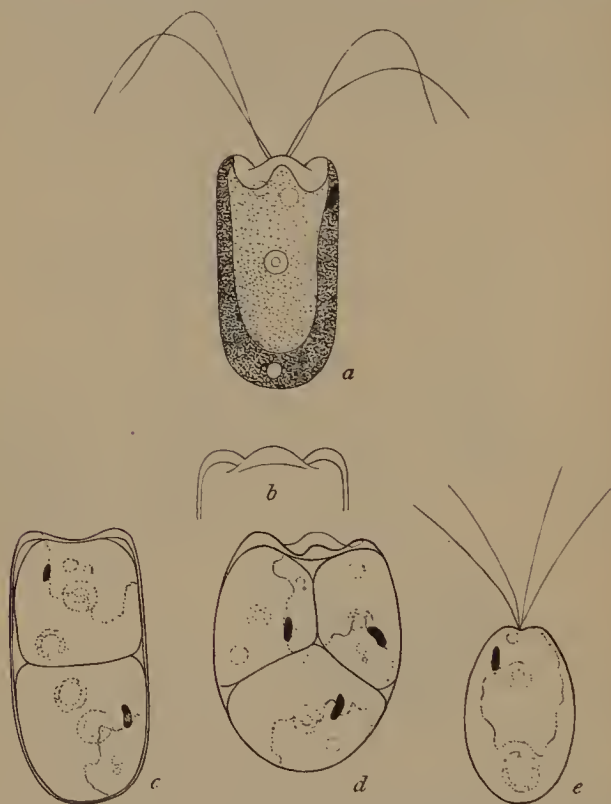


Fig. 96. *Carteria quadrangulata*. a vegetative Zelle; b Membran des Vorderendes; c, d Teilung; e junge Zelle.

des Chromatophoren auch fehlen. Stigma vorne gelegen, mehr linsenförmig. Pyrenoid in der basalen Verdickung. Kern zentral. Teilung quer, andere Stadien nicht beobachtet. Bewegung sehr rasch, Neigung des Körpers bei der Bewegung nicht sehr bedeutend. Länge 20–28 μ , Breite 8–10 μ .

Einmal in Frühjahrsschmelzwässern eines kleinen Moores mit einer Reihe nackter Chrysomonaden. Südlicher Böhmerwald.

Durch die charakteristische Vierstrahligkeit des Zellbaues gut gekennzeichnet und sich im allgemeinen den ausgesprochen vierstrahligen Volvokalen wie *Pyramidomonas*, *Stephanoptera*, *Tetraptera* nähernd.

9. *Carteria cordiformis* (Carter) Dill (*Tetraselmis cordiformis* Stein) (Fig. 97). Zellen mit ausgesprochener Schmal- und Breitseite. Von der Breitseite breit ellipsoidisch, basal breit abgerundet, vorne aber an der breitesten Stelle leicht herzförmig, doch nicht spitz winklig eckig eingedrückt; von der Schmalseite breit ellipsoidisch. Membran zart, meist gleichmäßig anliegend. Chromatophor sehr groß, ganz nach vorne reichend und vorne oft zusammenneigend; basal sehr stark verdickt und fast die basale Hälfte ausfüllend, hier ein mächtiges, von der Breitseite gesehen, fast querelliptisches Pyrenoid. Lumen des Chromatophoren unregelmäßig kegelförmig. Stigma breit scheibchenförmig, im vorderen Drittel der Zelle, auf der Breitseite gelegen. Geißeln etwas überkörperlang. Kontraktile Vakuolen vorne. Teilung im unbeweglichen Zustande, aus-

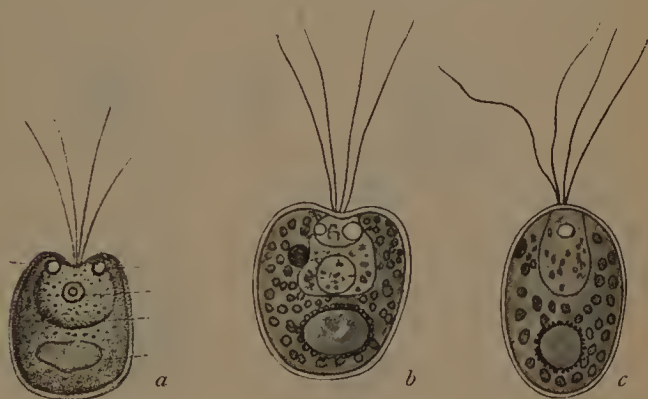


Fig. 97. *Carteria cordiformis*. *a* nach Stein; *b* von der Breitseite; *c* von der Schmalseite (nach Dill).

gesprochene Längsteilung. Zellen 18–23 μ , 16–20 μ breit und bis 18 μ dick. Sexuelle Fortpflanzung und Palmellen nicht gesehen.

Empfindliche Art, die sowohl auf O-Mangel wie auch Temperaturerhöhung ungemein reagiert. Die Art ist verbreitet. Kommt in mehr sumpfigen Stellen, kaum aber in größeren freien Wasserstellen vor (Böhmen, Karpathen, von Dill um Basel festgestellt).

Scherffel teilt mir mit, daß ausgewachsene Zellen von *Carteria cordiformis* vorne vier höckerartige Vorragungen haben, die das vertiefte Vorderende umgeben, wobei die Zelle vorne abgestutzt, sonst aber mehr oder weniger zylindrisch ist. Nur die kleineren und kürzeren Zellen zeigen die charakteristische Herz- bis Nierenform. — Es scheint mir, als ob unter *Carteria cordiformis* mehrere einander nahestehende Formen zusammengefaßt würden.

Scherffel beobachtete auch Palmellen mit weitabstehender schwach konturierter Hülle um die Zellen, die nicht die charakteristische Herzform, sondern mehr plump, fast amöboid um-

rissen waren. Die Herzform nimmt der Protoplast beim Auschwärmen an. Nicht selten treten sowohl im *Palmella* wie im *Gloeocystis*stadium bei den Zellen zwei Pyrenoide auf, die keine bestimmte Lagerung zueinander haben.

10. *Carteria multifilis* Dill (*Chlamydomonas multifilis* Goroschankin) (Fig. 98). Zellen breit eiförmig bis kugelig, beiderseits breit abgerundet, Membran manchmal leicht abgehoben, vorne in eine kleine deutliche Papille verdickt. Geißeln bis fast $1\frac{3}{4}$ körperlang. Chromatophor topfförmig, mit seinem basal ungemein stark verdickten Ende bis über die Zellmitte emporreichend, hier das große Pyrenoid. Nach vorne ist der

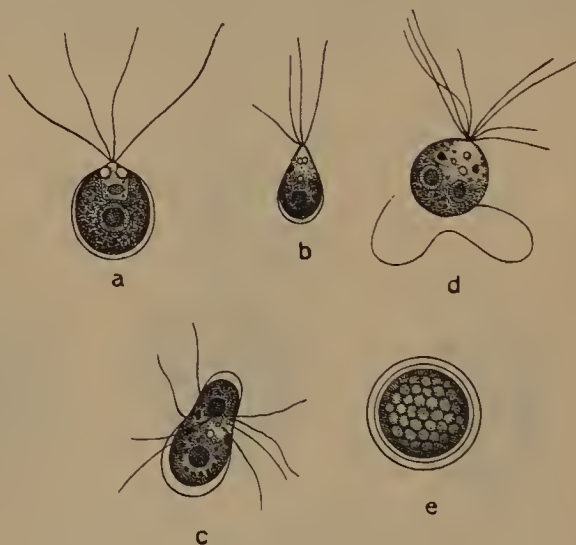


Fig. 98. *Carteria multifilis*. a vegetative Zelle; b Gamete; c, d Konrelation; e Zygote (nach Goroschankin).

Chromatophor kaum verdünnt, auf der Innenseite fast geradlinig und bis zu den kontraktile Vakuolen — zwei vorne gelegen — reichend. Im vorderen Viertel auch das deutliche Stigma. Lumen des Chromatophoren sehr klein, zylindrisch; an seiner Basis, also vor der Mitte der Kern. Gametozoosporen gestreckter als die vegetativen Zellen, mit Membran. Membran sich schon in den ersten Stadien der Kopulation deutlich von den Protoplasten der Gametozoosporen abhebend, während der Kopulation verklebend und schließlich gemeinsam abgeworfen. Zygote die erste Zeit mit ihren acht Geißeln beweglich bleibend, dann in eine rote Spore, die mit dreischichtiger Membran bedeckt ist, sich umwandelnd; glatt.

Länge der vegetativen Zellen 9–16 μ , der Gametozoosporen 7–9 μ . Durchmesser der Zygote 12–16 μ , meist 14 μ .

Sehr verbreitete, oligosaprobe Art, die noch immer mit *Chlamydomonas* verwechselt wird.

Diese Art steht der *Carteria globosa* und der *Carteria globulosa* nahe, unterscheidet sich aber von beiden bereits da-

durch, daß sie immer eine kleine, sehr deutliche Papille hat, während diese bei den beiden anderen Arten immer fehlt. Bei *C. globosa* liegt auch das Stigma mehr gegen die Mitte gerückt. *Carteria globulosa* ist wieder viel kleiner und hat einen relativ zarten Chromatophoren mit sehr kleinem Pyrenoide, während bei *C. globosa* wie *C. multifilis* das Pyrenoid sehr groß und deutlich ist.

Carteria multifilis scheint eine Sammelart zu sein, die derzeit eben allen mit einer Papille versehenen kugeligen Carterien umfaßt.

11. **Carteria Klebsii** (Dangeard) Francé em. Troitzkaja, (*Pithiscus Klebsii* Dangeard) (Fig. 99). Zellen ausgewachsen

ausgesprochen ellipsoidisch zylindrisch bis exakt ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet und nur hier und da gegen die beiden Enden etwas verschmälert. Membran bei ausgewachsenen Zellen meist sehr derb, oft leicht längsstreifig, manchmal gelblich bis rötlichbraun. Vorne eine mächtige, oft halbkugelige, scharf abgesetzte Papille, die ziemlich schmal aber bis 4μ lang werden kann. Geißeln körperlang oder kürzer. Chromatophor im Prinzip gestreckt topfförmig, vorne fast bis zur Papille reichend, basal meist mächtig verdickt. Basalstück nicht selten bis zur halben Zellhöhe reichend.

Wandstück nach vorne gleichmäßig verschmälert oder auch fast gleich dick bleibend. Chromatophorenoberfläche oft leicht und manchmal maschenartig längsstreifig. Bei sehr gestreckten Zellen verlängert sich das Wandstück über das Basalstück hinaus und der Chromatophor scheint dann basal ausgehöhlt. Nicht selten ist der ganze Chromatophor sehr verwaschen und diffus. Pyrenoid sehr groß, im Basalstücke. Nicht selten ist das Pyrenoid in zwei nebeneinander liegende Teile zerteilt. Stigma im vorderen Viertel, lang elliptisch, oft ganz tiefschwarzrot. Kern in der vorderen Hälfte. Teilung der Quere nach. Vier Tochterzellen. Diese, soweit beobachtet, breit eiförmig oder breit

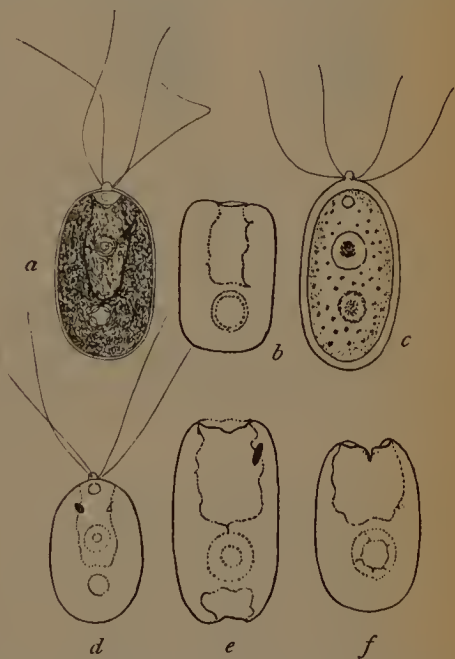


Fig. 99. *Carteria Klebsii*. a, c vegetative Zellen; b, e, f Chromatophoren; d junge Zelle (c nach Dangeard).

ellipsoidisch. Bei der Teilung wird das Pyrenoid nicht aufgelöst. Zoogameten nach Troitzkaja mehr walzlich, vorne mehr verschmälert, behäutet, Zygote derbwandig glatt. Andere Stadien nicht gesehen. Zellen 15–35 μ lang (meist 20–23 μ , nach Troitzkaja nur 8–22 μ messend), 9–17 μ breit (nach Troitzkaja nur 5–15 μ messend), Gameten ca. 9 μ lang.

Sehr verbreitete, wiederholt beobachtete Art.

Carteria Klebsii stellt eine Sammelart einander sehr nahestehender Formen dar. Das geht aus den bisherigen Beobachtungen sicher hervor. Troitzkajas Form war kleiner und hatte behäutete Gameten. Ich sah eine größere Form, die der Dangeardsehen Abbildung sehr nahe kam, mit nackten Gameten. *Carteria Klebsii* ist eine ungemein widerstandsfähige Art, die in hellen Zimmerkulturen sehr lange anhält. Soweit ich sah, ist sie sehr lichtbedürftig, sie verschwindet auch regelmäßig bei trübem Wetter.

G. M. Smith hat ebenfalls eine *Carteria Klebsii* aus dem Plankton der Seen Wisconsins angegeben. Diese Form ist mit der Dangeardschen Form nicht identisch, sondern ist mehr eiförmig und hat außerdem weder Stigma noch Papille.

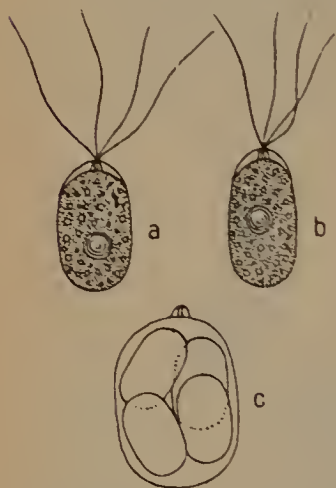


Fig. 100. *Carteria Olivieri*.
a, b vegetative Zellen; c Teilung nach West).

12. *Carteria Olivieri* G. S. West (Fig. 100). Zellen zylindrisch bis kurz ellipsoidisch, beiderseits breit abgerundet, mit derber Haut und ungefähr eineinhalbmals körperlanger Geißeln. Vorne eine derbe, kegelförmige Hautwarze. Chromatophor groß, topfförmig, und großem, fast basalem Pyrenoid. Stigma deutlich in der vorderen Zelhälfte. Teilung schief. Unvollständig beschrieben. Länge 22–32 μ , Breite 17–18 μ , Geißellänge 40–44 μ .

Bislang nur aus England: Blakeney Point (Norfolk).

Steht nach West der *Carteria obtusa* Dill nahe, hat aber mehr walzliche Zellen, plumpere Enden, massivere Chromatophoren mit einer anderen Lage des Augenfleckes.

Die Papille scheint bei *C. Olivieri* mit Längsrinnen versehen zu sein; vielleicht ist sie mit *Carteria cruciata* (siehe S. 157) identisch; leider ist die Westsche Figur sehr detailarm.

13. *Carteria elongata* Pascher (Fig. 101). Zellen ellipsoidisch, vorne breit abgerundet, basal durch die schwanzartig ausgezogene Membran verlängert und fast spitz. Protoplast nicht oder nur wenig in diese Verlängerung hineinreichend. Membran zart, vorne zu einer relativ großen, scharf abgesetzten, stumpfkegelförmigen Papille verdickt. Geißeln annähernd körperlange. Chromatophor groß topfförmig, sehr weit nach vorne reichend.

Basalstück stark, fast aufgetrieben verdickt, mit einem relativ kleinen Pyrenoide. Wandstück wenig und gleichmäßig nach vorne verschmälert; Stigma im vorderen Viertel gelegen, elliptisch, manehmal nach vorne zugespitzt. Kern vor der Mitte der Zelle. Teilung schief, mit Querlagerung. Die Tochterzellen erhalten noch in der Mutterzelle die schwanzartige Ausziehung der Membran.

Andere Stadien nicht gesehen. Zellen bis $28\ \mu$ lang, bis $17\ \mu$ breit.

Sehr vereinzelt in faulenden Algenwatten in einem Torfsumpf (Böhmerwald).

Die Art sieht infolge der schwanzartigen Ausziehung der Membran der *Carteria caudata* sehr ähnlich. Diese hat aber kein Pyrenoid, auch keine basale Verdickung des Chromatophoren und eine sehr kleine Papille.



Fig. 101. *Carteria elongata*. Vegetative Zelle und Teilung.

14. *Carteria Phaseolus* Printz (Fig. 102). Zellen mehr oder weniger gekrümmt, walzlich, oft auch ein wenig schief eiförmig bis bohnenförmig. Beidseits breit abgerundet. Membran zart, vorne mit einer oft großen, halbkugeligen Papille versehen. Geißeln annähernd körperlang. Chromatophor krugförmig, zentral ein großes Pyrenoid; im vorderen Drittel ein großes längliches Stigma. Schiefe Längsteilung. Länge 16 bis $22\ \mu$, Breite 8–11 μ .

Bis jetzt nur aus Norwegen.

Beschreibung unvollständig, es geht weder aus der Beschreibung noch aus der Abbildung hervor, wie der Chromatophor beschaffen ist; wie er verdickt ist, wie das Lumen beschaffen ist und wo eigentlich das Pyrenoid liegt, ob wandständig oder zentral.

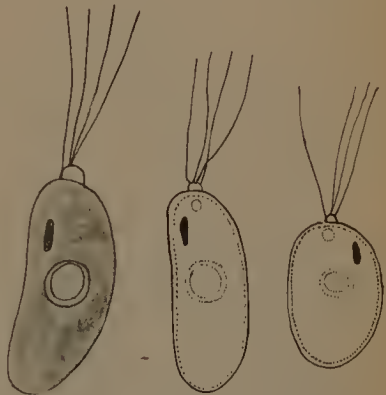


Fig. 102. *Carteria phaseolus* Geißelansatz unrichtig (nach Printz).

15. *Carteria plana* Paseher (Fig. 103). Zellen mit ausgesprochener Breit- und Schmalseite, also zusammengedrückt. In der Breitseite exakt elliptisch. Von der Seite her gestreckt ellipsoidisch, fast walzlich und von vorne gesehen elliptisch. Breitseite

fast doppelt so lang als breit. Membran zart, mit einer kleinen, oft etwas kurz zylindrischen, stumpfen Papille. Chromatophor topfförmig, nicht ganz bis vorne, meist nur bis zum vorderen Viertel oder Fünftel reichend; basal etwas, doch nicht sehr stark verdickt mit basalem Pyrenoide, das manchmal etwas in die Quere gestreckt ist; knapp unter dem vorderen etwas gelappten Rande ein kleines, doch deutliches Stigma. Geißeln etwas über körperlang. Kern etwa in der Mitte. Kontraktile Vakuolen wie sonst an der Geißelbasis. Ausgesprochene Längsteilung, dann Drehung in der Quere. Bewegung keine ruhige Rotation, mehr ein etwas unsicheres Flattern, vielleicht bedingt durch die Abplattung, die hier keine Längschraubigkeit zu haben scheint.

Fig. 103. *Carteria plana*.Fig. 104. *Carteria compressa*.

Länge 17–28 μ , Breite 10–16 μ , Dicke bis 10 μ .

Aus einer Algenprobe mit *Tribonema*, das dichte Watten auf einem kleinen Tümpel bildete. Holstein bei Haffkrug.

16. *Carteria compressa* (Pascher Fig. 104). Zellen ausgesprochen verkehrt eiförmig; von der Breitseite basal breit stumpf, vorne breit abgerundet; stark zusammengedrückt, von den Schmalseiten und von vorne gestreckt elliptisch. Membran zart, manchmal abstehend mit großer, stumpfer Papille und körperlangen Geißeln. Chromatophor sehr weit nach vorne reichend mit fast trichterigem Lumen; Basis kaum verdickt, hier das Pyrenoid. Kern zentral. Stigma klein, strichförmig. Kontraktile Vakuolen vorne. Teilung und andere Stadien nicht beobachtet. Bewegung ebenfalls flatternd. Länge 12–16 μ , Breite 7–21 μ . In Altwässern der Traun um Ischl.

Trotz der unvollständigen Kenntnis sehr gut durch die Form der Breitseite und die starke Abflachung charakterisiert.

Das Pyrenoid ist bei dieser Art sehr klein; vielleicht in Reduktion begriffen, an manchen Exemplaren war es kaum zu sehen. An anderen aber deutlicher. Keines der gesehenen Exemplare hatte aber ein so großes Pyrenoid wie andere Arten es zu haben pflegen.

17. *Carteria radiosa* Korschikoff (Fig. 105). Zellen kugelig, Membran relativ derb, vorne in eine breite, nicht scharf abgesetzte, stumpfe Warze verdickt, aus der die vier etwas überkörperlangen Geißeln kommen. Chromatophor im Prinzip topfförmig, basal stark verdickt mit einem mächtigen, runden bis quer ellipsoidischen Pyrenoide. Aus der um das Pyrenoid gelegenen Chromatophorenpartie strahlen radiär



Fig. 105.
Carteria radiosa (nach Korschikoff).

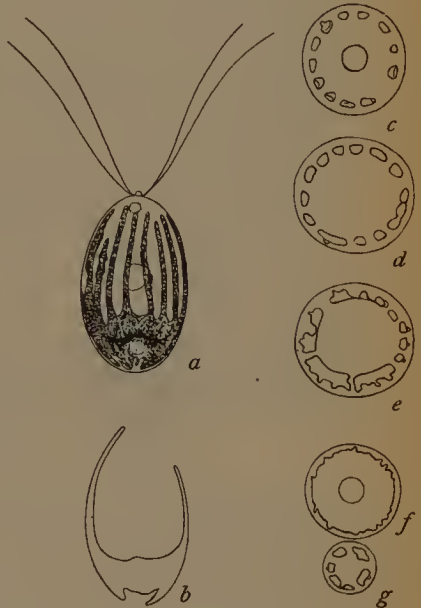


Fig. 106. *Carteria viridestriata*. a Zelle; b Chromatophor im Längsschnitte; e—g von vorne nach hinten folgende Querschnitte eines Chromatophoren.

relativ starke Fortsätze aus. Die nach rückwärts gerichteten Fortsätze sind die kürzesten; je mehr nach vorne gerichtet, desto länger werden sie. Alle Chromatophorenfortsätze sind an ihren Enden verbreitert und abgeflacht. Kern und die beiden kontraktile Vakuolen im vorderen Teile der Zelle. Stigma etwas über der halben Höhe der Zelle, groß, elliptisch fleckförmig. Erste Teilung der Länge nach. Andere Stadien nicht beobachtet. Durchmesser der Zellen bis 25 μ .

Rußland: Charkow.

18. *Carteria viridestriata* Paseher (Fig. 106). Zellen ellipsoidisch-eiförmig, beiderseits breit abgerundet; mit zarter, enganliegender Membran, vorne eine sehr kleine, aber deutliche Papille. Chromatophor im Prinzip topfförmig, doch nur basal als solcher in der Form einer kleineren Mulde entwickelt, nach vorne sich in

eine Reihe von dünnen rippenartigen Strängen auflösend, die entsprechend dem Zellverlaufe nach vorne zusammenneigen und zwischen sich hyaline Zonen frei lassen. Diese grünen Streifen nicht gleich breit und auch nicht in gleicher Höhe sich vom Basalstücke loslösend, auch nicht gleich lang. Die Außenseite dieser Streifen trägt eine zarte Körnelung, die sich meist auch noch auf der Oberfläche des Basalstücks fortsetzt und diesem eine charakteristische Längsstreifung gibt. Doch schwankt die Ausbildung dieser Körnelung sehr und fehlt manchmal ganz. Gegen das Ende der Zelle setzt sich das Basalstück des Chromatophoren in einige zusammenneigende kurze Fortsätze fort: gewissermaßen ein meist kurzes, derbes, basales Rippensystem des Chromatophoren. Dementsprechend sehen die optischen Querschnitte des Chromatophoren je nach ihrer Höhe, in der sie geführt werden, sehr verschieden aus. Ein Pyrenoid in der Basalplatte. Kern zentral, zwei kontraktile Vakuolen am Vorderende. Geißeln um ein Viertel länger als die Zelle. Soweit beobachtet Ansatz zur Längsteilung mit nachfolgender Querdrehung. Bewegung sehr rasch, mit relativ geringer Neigung zur Bewegungsrichtung.

Länge der Zelle 18–25 μ , Breite 10–15 μ . Andere Stadien nicht beobachtet.

Der Chromatophorenbau dieser *Carteria*-Art ist im Prinzip der gleiche wie der von *Chlamydomonas Kleinii* oder von *Chlamydomonas basistellata* und *Chl. polydactyla*. Dadurch, daß der Chromatophor auch gegen die Basis Fortsätze bildet, erinnert er sehr an *Chlamydomonas pteromonoides* Chodat.

Pseudagloë.

Arten mit H-förmigem Chromatophoren, d. h., der Chromatophor besteht aus einem wandständigen Rohre, das in der Mitte der Zelle eine Querplatte hat, in der das Pyrenoid liegt. Entspricht der Untergattung *Agloë* in der Gattung *Chlamydomonas*. Nur wenig Arten bekannt, sicher reichlich entwickelt.

19. *Carteria micronucleolata* Korschikoff

(Fig. 107). Zellen breit ellipsoidisch bis kurz zylindrisch, beiderseits breit abgerundet. Membran deutlich; vorne zu einer sehr breiten, nicht scharf abgesetzten, kuppenförmigen Warze verdickt; mit vier etwas über körper-

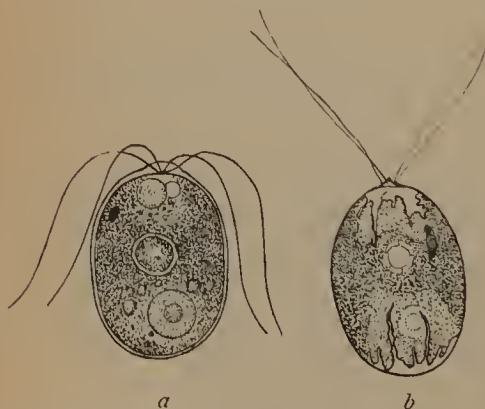


Fig. 107/8. *Carteria micronucleolata* (nach Korschikoff). *b Carteria multifissa*.

langen Geißeln. Chromatophor in der Form einer wandständigen, die beiden Enden frei lassenden Röhre, die in der

Mitte eine sehr dicke Querwand hat, die allmählich in den Wandteil des Chromatophoren übergeht. In dieser Querwand das große kugelige Pyrenoid. In der Nähe des vorderen Chromatophoreurandes das relativ kleine elliptische Stigma. Kern basal mit einem auffallend kleinen Nukleolus (ob konstante Eigenschaft?). Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Zoogameten mit den jungen Schwärmern übereinstimmend, mit einer Membran versehen, die bei der Kopulation abgestreift wird. Zygote mit kurzstacheliger Membran. Zellen $16-23\ \mu$ lang, $9-16\ \mu$ breit. Zygoten $18-20\ \mu$ Durchmesser.

Aus einer Kultur: Charkow.

20. *Carteria crucifera* Korschikoff (Fig. 109). Zellen ei-ellipsoidisch bis schwach zylindrisch, basal breit abgerundet, nach vorne leicht verschmälert und stumpf. Membran deutlich, vorne zu einer breiten Papille verdickt, die aus zwei kreuzförmig sich schneidenden Platten besteht, in deren Winkeln die fast körperlangen Geißeln inserieren. Chromatophor im Längsschnitte H-förmig, die beiden Zellenenden freilassend. In der mächtigen Querplatte des Chromatophoren das Pyrenoid. Stigma gegen den vorderen Rand des Chromatophoren gelegen, elliptisch. Chromatophor der Länge nach leicht gestreift. Kern in der unteren Höhlung des Chromatophoren. Teilung der Länge nach, bei ausgesprochen langen Zellen der Quere nach. Zellen bis $27\ \mu$ lang, bis $17\ \mu$ breit.

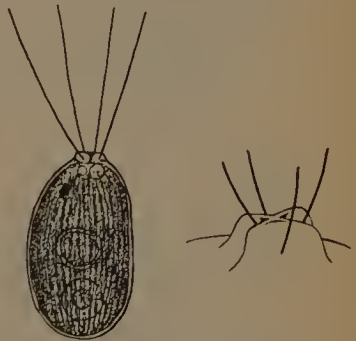


Fig. 109. *Carteria crucifera*. Vorderes Ende der Zelle mit Papille und unteren Geißelteilen (nach Korschikoff).

Bislang nur aus Rußland (Charkow).

In der Form der Papille entspricht *Carteria cruciata* der *Polytomella*. — Wie mir Korschikoff mitteilt, vermutet er Verwandtschaft mit der *Carteria Olivieri*.

21. *Carteria multifissa* Pascher (Fig. 108). Zellen ellipsoidisch bis ellipsoidisch-eiförmig, beiderseits breit abgerundet. Membran sehr zart anliegend. Vorne eine breit kegelförmige, niedere, scharf zugespitzte Papille. Geißeln etwas länger als die Zelle. Chromatophor typisch H-förmig. Querplatte des Chromatophoren etwas vor der Mitte gelegen. Pyrenoid groß. Wandstück des Chromatophoren durch ungleich-weitreichende, oft wellig verlaufende Längsspalten in sehr ungleich lange, manchmal wiederholt gespaltene, plumpe Längslappen zerteilt. Stigma groß, länglich, etwas vor der Mitte der Zelle, manchmal gekrümmt. Kern basal, etwas exzentrisch. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung als Längsteilung angelegt, dann Drehung. Andere Stadien nicht gesehen. Zellen bis $25\ \mu$ lang, bis $17\ \mu$ breit.

Einmal in geringer Menge in einer Algenwatte. Altwasser der Moldau bei Prag.

22. *Carteria polychloris* Pascher (Fig. 110). (*Pseudocarteria polychloris* Pascher). Zellen ellipsoidisch, $1\frac{1}{2}$ mal länger als breit, beiderseits breit abgerundet. Membran relativ derb, vorne mit einer kleinen, oft unmerklichen Papille. Protoplast in Form einer

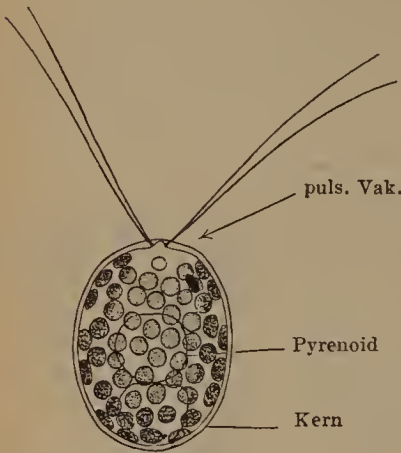


Fig. 110. *Carteria polychloris*.

kleinen Papille in die vordere etwas verdickte Membranpartie hineinreichend. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Chromatophor aus zahlreichen, fast kreisrunden Scheibchen bestehend, die das vordere Ende der Zelle frei lassen. Pyrenoid zentral, Kern basal, also im Prinzip ein H-förmiger Chromatophor, bei dem das Wandstück in Scheibchen aufgelöst ist. Die Lage des Kerns und des Pyrenoides lassen diese ursprüngliche Form des Chromatophoren noch vermuten. Stigma im vorderen Viertel, länglich elliptisch. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Teilung der Quere nach. Andere Stadien nicht beobachtet. Länge der Zellen 16–22 μ , Breite 11–16 μ .

In Kulturen des Herrn Dr. Mainx.

Die Scheibchenform ist oft sehr undeutlich. Die Existenz eines zentralen Pyrenoides und des basal gelegenen Kernes, lassen sich nur bei Annahme eines H-förmigen Chromatophoren erklären, dessen Wandstück eben zerteilt ist. Die Isolierung in Scheibchen ist nicht ganz konstant und nicht immer deutlich.

Corbierea.

Arten mit seitlich stehendem Pyrenoide; Chromatophor topfförmig oder mulden- bis ringförmig; wenig bekannte Reihe; sicher reicher entwickelt. Entspricht *Chlorogoniella* innerhalb der Gattung *Chlamydomonas*.

23. *Carteria obtusa* Dill (Fig. 111). Zellen gestreckt ellipsoidisch, basal breit abgerundet; Membran zart, basal manchmal ein wenig absteehend; vorne in ein kleines, breit kegelförmiges Wärzchen verdickt. Geißeln annähernd körperlang. Chromatophor sehr groß, ganz nach vorne ragend; topfförmig basal nicht verdickt. Seitlich, annähernd äquatorial, in einer starken Verdickung das kugelige Pyrenoid. Stigma im vorderen Drittel, scheibchenförmig. Kern basal. Teilung der Länge nach. Gameten gestreckt eiförmig, behäutet. Cysten nicht beschrieben. Liegt bei der Beobachtung das Pyrenoid gerade oben oder unten, so wird der Eindruck erweckt, als läge das Pyrenoid in der Mitte der Zelle.

Länge 25–30 μ , Breite ca. 15 μ .

Ziemlich verbreitet; ich konnte diese Form mehrmals finden: meist in moorigen Gewässern, wie sie auch Dill vom

Hochmoor von Jungholz bei Basel beschreibt. Auf feuchten Torf gezogen, behält sie sehr lange ihre gewöhnliche Ausbildung. Palmellen sind von ihr nicht bekannt.

24. *Carteria excentrica*

Printz (Fig. 112). Zellen breit ellipsoidisch, beiderseits breit abgerundet, bis fast kugelig. Membran deutlich, vorne zu einer großen halbkugeligen, auffallenden Papille verdickt. Geißeln meist kürzer als die Zellen. Chromatophor topfförmig, Stigma etwas über der Mitte der Zelle; Pyrenoid sehr groß, seitlich peripher gelegen, annähernd in der Mitte oder etwas höher. Eine (?) kontraktile Vakuole vorne. Längsteilung. Länge 12 bis 16,5 μ , Breite 7 bis 11 μ .

Bis jetzt nur aus Norwegen.

Ebenfalls unvollständig, doch erkennbar beschriebene Art: es fehlt in der Beschreibung die Lage des Kerns, die Beschaffenheit des Chromatophoren und seines Lumens.

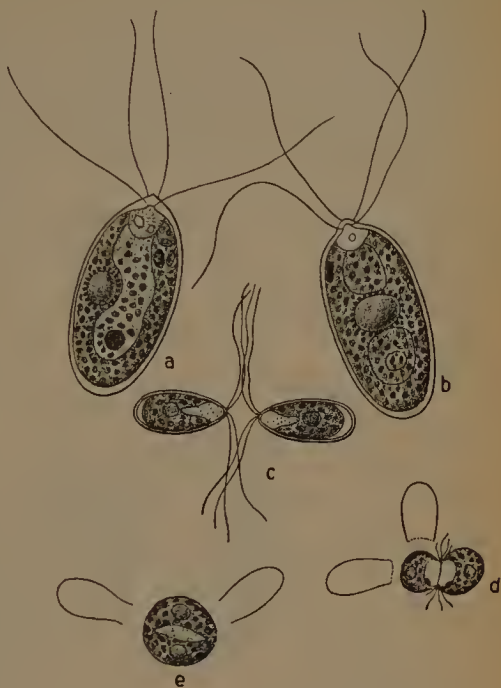


Fig. 111. *Carteria obtusa*. a, b die beiden Ansichten der Zelle, je nach dem der durch das Pyrenoid gehende Querdurchmesser in die optische Achse fällt oder nicht; c, d Kopulation der Gameten; e unreife Zygote (nach Dill).

25. *Carteria Dangeardii*

Troitzkaja (*Corberiea vulgaris* Dangeard) (Fig. 113). Zellen ellipsoidisch bis leicht eiförmig, basalabgerundet, nach vorne leicht verschmälert, mit zarter, dem Protoplasten dicht anliegender Membran, die vorne eine kleine Papille hat. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal länger als die Zelle. Chromatophor



Fig. 112. *Carteria excentrica* (nach Printz).

niemals topfförmig, sondern in der Form eines sehr ungleichen Bandes, das das Hinterende und Vorderende freiläßt, und manchmal ringförmig in der Mitte der Zelle entwickelt ist; meist sehr breit, mit einem oft großen, lateralen Pyrenoide. Kern basal gelegen, in seiner Lage nicht konstant; niemals aber das hintere Drittel überschreitend. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Stigma im vorderen Teile des Chromatophoren. Teilung der Länge nach, soweit beobachtet, schief verlaufend. Geschlechtliche Fortpflanzung gesehen. Gametozoosporen



Fig. 113. *Carteria Dangeardii*. a—c Verschiedene Ausbildung des Chromatophoren; d zwei Gameten.

mehr eiförmig mit lateralem Chromatophoren, auffallend großem Augenfleck und Geißeln, die mehr als zweimal so lang sind als der Körper. Soweit beobachtet, nackt. Zygoten rund, glatt oder manchmal mit eben merklicher, feinwarziger Skulptur, die allerdings nicht sehr regelmäßig verteilt ist.

Länge der Zellen 10—18 μ , Breite 7,5—15 μ .

Aus Frankreich, aus Rußland in der Nähe von Petersburg und in der Umgebung von Prag. An letzterem Materiale konnte ich auch die geschlechtliche Fortpflanzung sehen. Leider konnte ich die Frage, ob die Gameten nackt oder behütet seien, nicht lösen. Wenn behütet, muß die Membran sehr zart sein.

Die Art steht unter den derzeit bekannten *Carteria*-Arten ziemlich isoliert; sie erinnert sehr an die *Chlamydomonas Kuteinikowii* Goroschankin, die den gleichen Chromatophoren und auch eine ähnliche Zellform hat. In der Nomenklatur folge ich Troitzkaja; Dangeards Diagnose und Beschreibung läßt keinen sicheren Schluß zu, welche Form ihm eigentlich vorgelegen hat.

Carteriopsis.

Arten mit mehreren unregelmäßig verteilten Pyrenoiden.

26. *Carteria coccifera* Pascher (Fig. 114). Zellen verkehrt eiförmig, im Querschnitte rund. Membran sehr zart, basal manchmal abstehend, mit einer scharf abgesetzten, fast halbkugeligen



Fig. 114. *Carteria coccifera*. Rechts junge Zelle.

Papille. Geißeln über körperläng. Chromatophor sehr groß, fast bis zur Papille reichend, ohne basale, dagegen mit mehreren seitlichen Verdickungen, in deren jeder ein kugeliges Pyrenoid ist. Pyrenoide bis acht vorhanden. Stigma im vorderen Drittel, ziemlich groß, länglich, manchmal leicht gekrümmt und etwas spitz. Kontraktile Vakuolen vorne, zwei. Teilung der Quere nach. Andere Stadien nicht gesehen. Länge 25 μ , Breite 18 μ .

Aus einer Rohkultur, die aus grünem Teichschlamme angesetzt war.

Sieht der *Carteria compressa* ähnlich, diese hat aber nur ein einziges Pyrenoid und eine mehr stumpf-kegelförmige Papille.

Tetramastix.

(*Tetramastix* Korschikoff als Gattung).

Arten ohne Pyrenoid; ganz künstliche, provisorische Untergattung, die alle Arten umfaßt, die kein Pyrenoid entwickeln. Die Beziehungen zu Pyrenoid führenden Arten sind oft sehr deutlich.

Carteria malleolata ohne
oleifera
salina
caudata

Carteria Klebsii mit Pyrenoid.
globulosa
alpina (annähernd)
elongata

Hier ergeben sich also deutliche Parallelen zu Arten der Untergattung *Eucarteria*.

An die Untergattung *Corbierea* schließt sich die pyrenoidfreie *C. albostrata* an.

Bei vorschreitender Kenntnis dieser Beziehungen werden die Formen, die eine deutliche Beziehung zu bestimmten Untergattungen aufweisen, zu diesen gestellt werden müssen und in der Untergattung *Tetramastix* bleiben dann eben nur die Arten, die keine solche Beziehungen zu pyrenoidführenden Arten erkennen lassen.

Tetramastix entspricht der ebenfalls künstlichen Untergattung *Chloromonas* der Gattung *Chlamydomonas*.

27. *Carteria oleifera* Pascher (*Tetramastix oleifera* Korschikoff) (Fig. 115). Sehr kleine Form mit fast kugeligen Zellen, die nur selten nach vorne eine leichte Verschmälerung erkennen



• Fig. 115. *Carteria oleifera* (nach Korschikoff).

lassen. Membran sehr zart, meist anliegend, vorne keine Papille. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperläng. Chromatophor topfförmig, nur vorne eine kleine Stelle freilassend; basal deutlich verdickt, nach vorne ziemlich auskeilend, manchmal maschig-fleckig. Ohne Pyrenoid. Stigma in halber Höhe, deutlich, scheibchenförmig, oft unregelmäßig, manchmal blaß gelbrötlich. In den Zellen fast immer ein gelbroter bis roter Öltropfen, der manchmal fast die ganze untere Zellhälfte ausfüllt. Eine einzige kontraktile Vakuole vorne. Teilung der Länge nach. Tochterzellen länglich, elliptisch. Aplanosporen (innerhalb der Zellhaut gebildet) beobachtet. Andere Stadien nicht gesehen. Zellen 7–9 μ groß.

Korschikoff hält den Öltropfen für eine pathologische Erscheinung, der vielleicht mit dem Umstande zusammenhängt, daß die Monade in einem Glase wuchs, in dem eine energische Schwefelwasserstoffgärung stattfand. In einer Zimmerkultur in Charkow angegangen.

Ich sah ähnliche, in ihrer Größe allerdings mehr schwankende Formen, die 5–11 μ maßen und der *Carteria oleifera* außerordentlich nahe kamen, den Öltropfen aber nicht zeigten. Diese kleine *Carteria*-Art scheint, ihre Identität mit *C. oleifera* vorausgesetzt, sehr verbreitet zu sein. Ich sah sie wiederholt im Gebiete, immer in faulendem Wasser, mit manchmal fast olivgrünen, fast gegen Rot spielenden Chromatophoren.

28. *Carteria salina* Wislouch (Fig. 116). Zellen verkehrt eiförmig, basal abgerundet oder spitzlich; vorne breit, doch stumpf-kantig abgestutzt und deutlich ausgerandet. Membran anscheinend zart mit $1\frac{1}{2}$ mal körperlängen, bogig zurückgeschlagenen Geißeln. Chromatophor groß topf-förmig, mehr gelbgrün. Ohne Pyrenoid. Stigma deutlich in halber Höhe; in der Gestalt eines annähernd longitudinal verlaufenden Striches. Kontraktile Vakuolen fehlen. An der Flanke manchmal ein heller, hyaliner, scharf begrenzter Hof bemerkbar. Teilung im unbeweglichen Zustande. Unvollständig beschrieben. Länge 22–30 μ , Breite 9–12 μ .

Salinen der Krim.

Es gibt ähnliche Formen auch im Süßwasser, die aber viel kleiner sind und, soweit ich sah, nur während der warmen Jahreszeit auftreten.

29. *Carteria malleolata* Pascher (Fig. 117). Zellen ellipsoidisch bis ganz schwach eiförmig, beiderseits breit abgerundet. Membran zart; vorne zu einer sehr großen, halbkugeligen bis überhalbkugeligen Papille verdickt. Chromatophor groß, sehr weit nach vorne reichend, basal nicht auffallend verdickt, nach vorne allmählich verdünnt. Kein Pyrenoid. Stigma im hinteren Viertel. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Andere Stadien nicht beobachtet. Zellen 17–32 μ lang, fast zweimal so lang als breit. In einer Ansammlung von Schleim-massen auf See-rosenblättern.

Moritzburg bei Dresden.

30. *Carteria ovata* Jacobsen (*Tetramastix ovata* Korschikoff) (Fig. 118). Zellen ausgesprochen verkehrt eiförmig, basal leicht konvex bogig verschmälert und

stumpf, vorne breit abgerundet bis fast breit abgestumpft. Membran vorne in eine ziemlich scharf abgesetzte, fast kurz zylindrische, gerade abgestutzte Papille verdickt. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperläng. Chromatophor nach Jacobson, die ganze

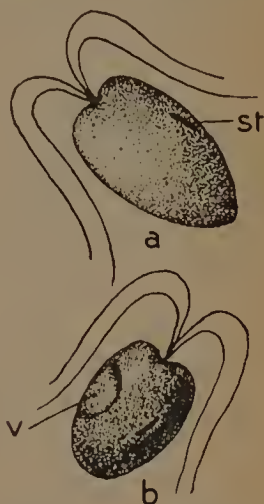


Fig. 116. *Carteria salina*. Bei V. die vakuolenförmige, einseitige Abhebung des Protoplasten von der Membran (nach Wislouch).

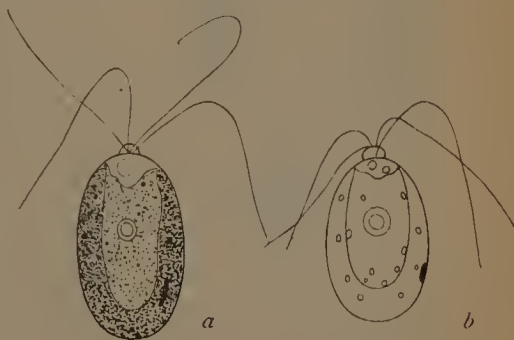


Fig. 117. *Carteria malleolata*.

Zelle ausfüllend, jedenfalls bis ganz nach vorne reichend; mit einem blaßroten, scheibchenförmigen, etwas eckigen Stigma im vorderen Viertel der Zelle. Kern etwas über der Mitte,

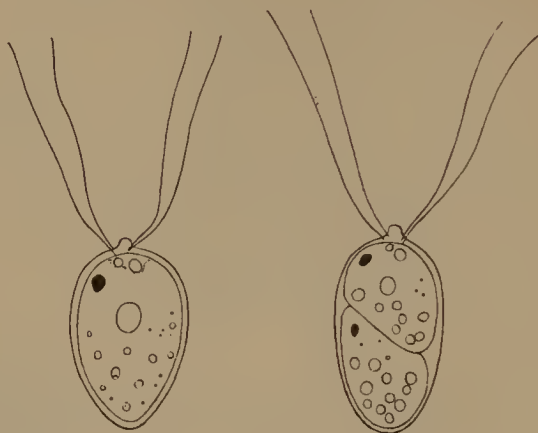


Fig. 118. *Carteria ovata* (nach Jacobsen).

kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Kein Pyrenoid. Teilung als Längsteilung angelegt, als Querteilung durchgeführt. Gameten und Zygoten von Jacobsen beobachtet, doch nicht beschrieben und abgebildet. Palmellen nicht beobachtet. Länge 15–25 μ , Breite 8–15 μ .

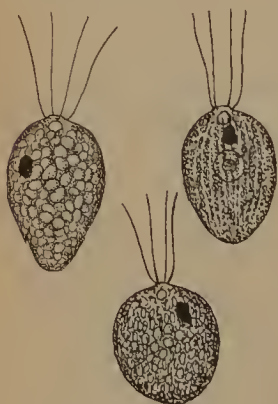


Fig. 119/20.

Carteria ovata. Von Korschikoff beobachtete Formen.

Aus Bodenschlamm in Holland gezüchtet, doch auch weit verbreitet. In der von Jacobsen gegebenen Beschreibung (Fig. 118) ist *Carteria ovata* gewiß nicht einheitlich. Korschikoff macht darauf aufmerksam, daß die von ihm beschriebenen, gleichartigen Formen (Fig. 119, 120) vorne mehr abgerundet waren und eine kleinere, nicht gerade viereckig abgestutzte, sondern niedrige und abgestumpfte Warze hatten. Außerdem hatten sie einen längsstreifigen Chromatophoren. Das Stigma war blaß und groß, scheibenförmig.¹⁾ Die von mir gesehenen Formen zeigten ebenfalls nicht die gerade abgeschnittene, sondern eine abgestutzte stumpfe Warze, auch waren sie vorne mehr breit abgerundet. Überdies lag das Stigma

1) Korschikoff teilt mir nachträglich mit, daß die von ihm als *Carteria ovata* angesprochene Form eine langbewegliche Zygozoospore einer *Chlamydomonas*-Art sei. Damit ist auch erklärt, warum er niemals Teilung sah, sondern nur Encystierung.

mehr in der Mitte. Möglicherweise liegt ein Schwarm cinander sehr ähnlicher Arten vor, die sich vielleicht auch biologisch unterscheiden.

31. *Carteria caudata* Pascher (Fig. 121). Zellen verkehrt eiförmig, vorne breit abgerundet, in der Mitte aber mit einer kleinen, vorgeschobenen Membranpapille versehen, basal durch die hier sehr abstechende, ausgezogene Membran im Umriß kegelförmig und stumpf, nicht spitz, ausgezogen. Membran sehr zart. Geißeln annähernd körperlang. Chromatophor topfförmig, gleichmäßig dick, vorne langsam auskeilend und bei den kontraktilen Vakuolen endend. Kein Pyrenoid. Kern etwas vor der Mitte. Stigma vorne gelegen, auffallend groß und elliptisch. Teilung der Länge nach, soweit beobachtet nur zwei Tochterzellen gebend, vielleicht aber nur Hemmungserscheinung infolge der Beobachtung. Junge Zellen ohne die schmale schwanzartige Abhebung der Membran, die sich aber allem Anscheine nach sehr rasch entwickelt. Andere Stadien nicht beobachtet, Zellen bis 25 μ (mit der basalen Ausziehung der Membran) lang, ungefähr 15 μ breit.

Mit *Chlamydomonas*-Arten zusammen aus einem Straßengraben, der sehr verunreinigt war (Dresden).

32. *Carteria albostrata* Pascher (Fig. 122). Zellen gestreckt verkehrt eiförmig, vorne aber nicht schön eiförmig sondern ein wenig flachbogig abgeflacht, basal stumpf; $1\frac{3}{4}$ mal bis 2 mal so lang als breit. Membran sehr zart, vorne zu einer sehr stumpfen, kegelförmigen, doch basal scharf abgesetzten Warze verdickt. Chromatophor

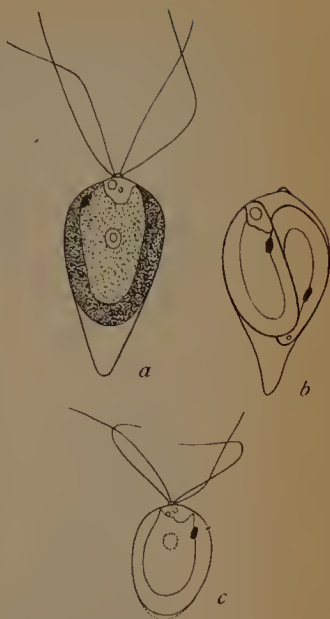


Fig. 121. *Carteria caudata*. Vegetative Zelle; Teilung; junge Zelle,

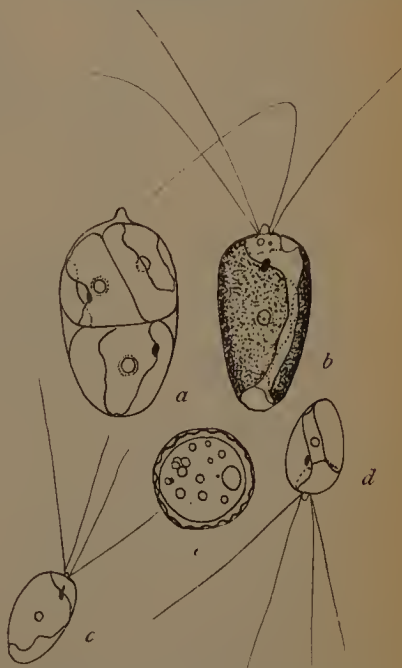


Fig. 122. *Carteria albostrata*. a Teilung; b vegetative Zelle; c, d Gameten; e Zygote.

sehr groß, das Hinterende frei lassend, jedoch bis zum Vorderende reichend; wandständig, breit bandförmig die Wand auskleidend, jedoch nicht zu einem völlig geschlossenen Mantel zusammenschließend und zwischen den leicht gelappten Längsrändern einen schmalen hyalinen Streifen frei lassend. Kein Pyrenoid. Stigma im vorderen Drittel, breit elliptisch. Kontraktile Vakuolen zwei. Geißeln etwas über $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Kern zentral. Teilung quer. Meist vier Tochterzellen gebend. Zoogameten zu acht gebildet, untereinander annähernd gleich, in der Form den vegetativen Schwärmern

ähnlich, doch ein wenig walzlicher. Chromatophor und Stigma an ihnen wie bei den vegetativen Zellen. Geißeln doppelt körperlang. Keine Membran. Zygote im reifen Zustande im optischen Schnitte leicht wellig mit sehr kleinen niedrigen Warzen bedeckt. Über der derben Membran nicht selten noch eine weit abstehende Hülle.

Zellen bis $25\ \mu$, meist nur bis $21\ \mu$ lang und $12-15\ \mu$ breit. Zoogameten $9-12\ \mu$ lang und $4,5-6\ \mu$ breit. Zygote $13-20\ \mu$ im Durchmesser.

Aus einem Wiesengraben bei Haffkrug in Holstein, auf der Straße nach Süsel.



Fig. 123. *Carteria lobata*.
Rechts unten Teilung.

33. *Carteria lobata* Pascher (Fig. 123). Zellen ellipsoidisch, basal ganz leicht breiter als vorne. Membran sehr zart, vorne eine kleine, fast halbkugelige, stünipfe Warze. Geißeln etwas länger als die Zelle. Chromatophor im Prinzipie topfförmig, aber durch

zahlreiche breitere oder schmalere Risse und Spalten, die vielfach zusammenschließen oder verzweigt sind, in sehr unregelmäßige, zum Teil fast scheibchenförmige Lappen zerteilt. Fast ganz nach vorn reichend. Ohne Pyrenoid. Stigma sehr groß, kreisförmig, im vorderen Drittel. Kern etwas vor der Mitte. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung schief, durch Drehung erfolgende Querlagerung. Tochterzellen mit sehr wenig zerteilten Chromatophoren; in der Form fast kugelig, erst später sich streckend. Andere Stadien nicht gesehen. Länge $17-22\ \mu$, Breite $12-18\ \mu$.

Aus einem Wiesengraben, in dem viel faulendes Laub war. Bei einem Teiche bei Riddagshausen (Braunschweig).

Unsichere Arten der Gattung *Carteria*.

1. Skvortzow beschrieb als *Pyramidomonas Nadsoni* (Fig. 124e, f) eine viergeißelige Vovokale, die deutlich Breit- und

Schmalseite hatte. Breitseite breit eiförmig, basal breit abgerundet, vorne breit abgestutzt und ausgerandet, während die Schmalseite fast keilförmigen Umriß hatte. Die Membran warzig, wobei die Warzen nach vorne an Größe zunehmen und leicht nach vorwärts gerichtet sind, während sie unter

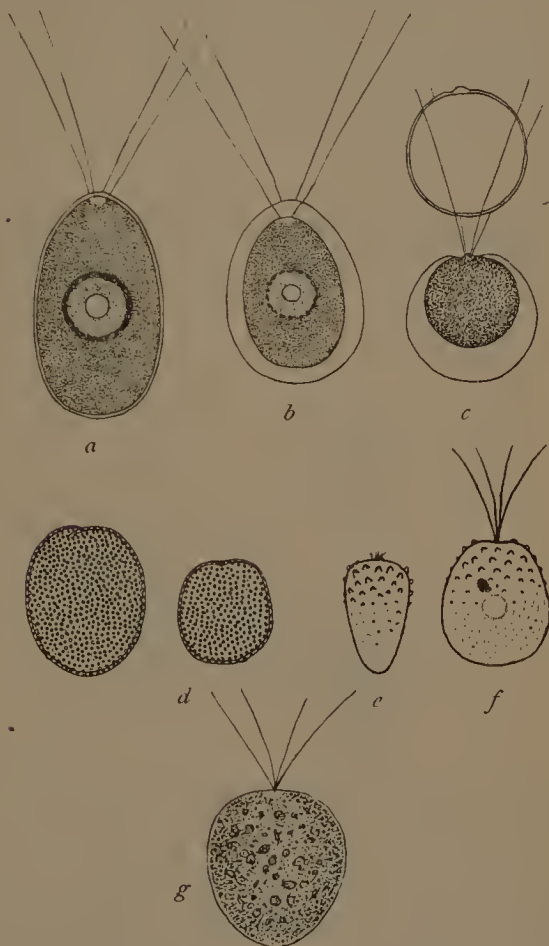


Fig. 124. *a, b* *Carteria australis*; *c* *Carteria bullulina*; *d* *Carteria scrobiculata*; *e, f* „*Pyramidomonas*“ *Nadsoni* (*e* von der Schmal-, *f* von der Breitseite); *g* *Carteria ovata* (*a, b, c, d, g* nach Playfair, *e, f* nach Skvortzow).

der Mitte gegen das Hinterende zu immer kleiner werden und schließlich ganz verschwinden. Die vier Geißeln sind annähernd körperlang. Der Kern liegt zentral. Das Stigma ist knapp über der Mitte. Ich halte diese morphologisch auffallende Form für keine *Pyramidomonas* (leider macht Skvortzow über die Teilung keine Angaben), sondern für eine *Carteria*.

2. Ferner hat Playfair eine Reihe von Carterien angegeben, die ebenfalls zu unvollständig beschrieben sind und keine klare Deutung ermöglichen.

Carteria australis Playfair (Fig. 124a, b). Zellen eiförmig bis gestreckt eiförmig, basal abgerundet, vorne stumpf. Membran zart, oft um den ganzen Protoplasten weit abstehend. Geißeln körperlang. Chromatophor topfförmig (?), ohne Pyrenoid und ohne Stigma. Kern zentral. Länge 24–30 μ , Breite 17–18 μ .

Die Varietät *ovata* breit eiförmig.

Carteria bullulina Playfair (Fig. 124c) soll eine weitabstehende, relativ feste Hülle haben, die von der Breitseite gesehen kreisrund ist. Geißeln über körperlang.

Carteria scrobiculata Playfair (Fig. 124d) soll eine Schale haben, die ellipsoidisch bis kurz walzlich ist und dicht stehende kleine Grübchen hat. Ebenso, wie *C. bullulina* keine *Carteria*.

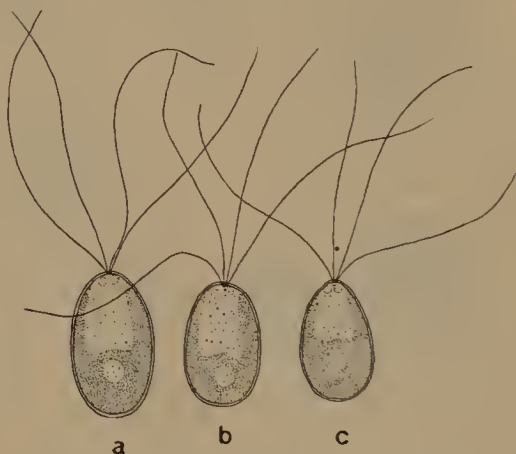


Fig. 125. *Carteria Klebsii* (?) nach Smith; kaum zu dieser Art gehörig, da ohne Papille.

Carteria ovata Playfair ist nicht identisch mit *Carteria ovata* Jacobsen! sehr unvollständig beschrieben und besser zu streichen (Fig. 124g).

G. M. Smith hat in seinen Planktonuntersuchungen über die Seen Wiscousins eine *Carteria Klebsii* angegeben und abgebildet, die mit dieser Art nicht zusammengehört. Sie hat mehr eiförmige Gestalt (Fig. 125), keine Papille und viel längere Geißeln, außerdem keine Augenflecke. Die von Smith behandelte Form wird sich bei näherer Untersuchung als eine andere, wohl neue Art herausstellen. Länge 8–16 μ , Breite 5–10 μ . (Fig. 125).

Ferner sind zu streichen:

Carteria Françei Schmidle; *Carteria minima* (Dangeard) Francé.

Spirogonium Pascher

Zellen ausgesprochen spindelförmig; beiderseits, basal länger, vorne kürzer, verschmälert, dadurch leicht verkehrt-ellipsoidisch-eiförmig; beiderseits stumpf; basal, manchmal leichtschwanzartig verschmälert, dabei leicht schraubig gebogen und dadurch auf der einen Seite stark gewölbt, auf der anderen Seite mehr flach. Membran sehr zart, basal sich meist vom Protoplasten abhebend, ohne Papille. Die vier Geißeln etwas mehr als körperlang. Chromatophor im Prinzip topfförmig, entsprechend der Form der Zelle gedreht, basal sehr stark verdickt und manchmal etwas verlängert und in die basale Verschmälierung der Zelle hineinreichend. Wandstück bis zum vorderen Rande allmählich verdünnt und sehr weit nach vorne reichend, meist an einer oder zwei Stellen tief, fast bis zum Basalstücke eingerissen. Basal das große Pyrenoid. Im vorderen Drittel, meist in der Nähe des Längsrisses ein großes strichförmiges, beiderseits spitzes Stigma, das leicht leistenartig vorspringt. Kern vor der Mitte. Zwei kontraktile Vakuolen vorne.

Erste Teilung schief. Meist vier Tochterzellen bildend, die bereits in der Mutterzelle entsprechend der späteren definitiven Ausbildung unregelmäßige Form haben, ohne aber schon die schraubige Drehung zu zeigen, die erst später durchgeführt wird. Andere Stadien nicht bekannt.

Spirogonium stellt eine Weiterentwicklung von *Carteria* dar, bei der die spindelförmige Zelle im Sinne der Mechanik der rotierenden Bewegung schraubenförmig gedreht wird. Sehen wir von den platten ebenfalls etwas gedrehten Gattungen *Scherffelia*, *Phyllomonas* ab, so ist bei den anderen gestreckten Chlamydomonadinen (*Chlorogonium*, einige *Chlamydomonas*-Arten, *Hyalogonium*) eine solche schraubige Formbildung bis jetzt nicht bekannt geworden. Dagegen tritt sie bei den nackten Polyblepharidinen *Spermatozopsis*, *Korschikoffia* auf.

Ich vermute ähnliche zweigeißelige Formen, ich sah aber zu wenig davon (eine Form ohne Pyrenoid gesehen).

Bislang nur eine Art bekannt:

***Spirogonium chlorogonioides* Pascher** (*Carteria chlorogonioides* Pascher in lit.) (Fig. 126) mit den Charakteren der Gattung. Zellen bis 25 μ lang; bis 15 μ breit.

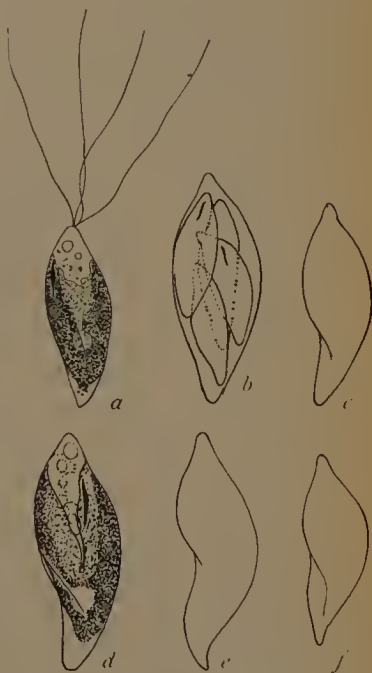


Fig. 126. *Spirogonium chlorogonioides*. a, d vegetative Zellen; b Teilung; c, e, f verschiedene Zellumrisse.

Einmal aus einem algenreichen Tümpel in einer Wiese bei Süsel in der Nähe der alten Süseler Schanze (Holstein).

Scherffelia Pascher

Zellen von der Seite her stark platt gedrückt mit oft kielartig verbreiterten Seitenrändern, 4–6mal breiter als dick; Von der Breitseite gesehen, verkehrt eiförmig oder breit elliptisch; basal verschmälert, vorne mit einer deutlichen, schmalen Auskerbung aus der die vier Geißeln kommen. Zellen oft der Länge nach leicht schraubig gedreht. Zellhaut enganliegend, an den Breitseiten ziemlich zart, doch an den Seitenkanten stark verdickt und leisten- bis flügelartige Verbreiterungen bildend; ebenso vorne zu beiden Seiten der Ausrandung manchmal fast warzenartig verstärkt, manchmal rötlich gefärbt. Chromatophoren zwei, plattenförmig, zu beiden Seiten der Breitseitensymmetrieebene stehend und zwischen sich einen hellen Streifen freilassend, die beiden Seitenflanken fast völlig ausfüllend, manchmal an den verschmälerten Hinterenden leicht verbunden. Keine Pyrenoide. Augenfleck groß und deutlich am Vorderende einer der beiden Chlorophyllplatten, manchmal in der Zweizahl. Vakuolen bei den nicht marinen Formen zwei, vorne gelegen, Kern zentral.

Vermehrung durch Längsteilung, meist durch vier Schwärmer, die durch einen nicht vorbestimmten Riß der Membran frei werden. Sie sind zuerst viel weniger flach und erhalten ihre definitive Gestalt erst mit Ausbildung der Membran, die zuerst kaum wesentliche Verdickungen aufweist.

Geschlechtliche Fortpflanzung, Cysten, Palmellen unbekannt.

Eine relativ wenig bekannte Gattung, deren eine Art zuerst als *Carteria* beschrieben war. Sie leitet sich leicht von *Carteria* ab, bei welcher Gattung ja bereits Formen vorkommen, die im Querschnitte nicht rund sondern elliptisch sind. Bei diesen zusammengedrückten Carterien ist häufig der Chromatophor auf den Breitseiten bereits dünner als auf den Schmalseiten und es ist leicht einzusehen, daß die beiden plattenförmigen Chromatophoren von *Scherffelia* dadurch entstanden sind, daß bei zunehmender Abplattung der Zelle die Ausbildung der Chromatophoren infolge der weitgehend geänderten räumlichen Verhältnisse an den Breitseiten überhaupt unterbleibt und des Chromatophor nur mehr gewissermaßen in der Richtung der Verbreiterung gegen die Schmalseiten hin gebildet wird. Dafür sprechen zwei Umstände: erstens daß manchmal die beiden Chromatophorenplatten basal noch ein wenig zusammenhängen und noch nicht völlig getrennt sind und dann ferner, daß bei der einen Art die Chromatophorenplatten an den der Mediane zugewendeten Schmalseiten noch deutlich rinnig sind: der letzte Rest des mehr oder weniger zylindrischen Chromatophorenlumens der runden *Carteria*-Formen.

Drei Süßwasserarten:

Zellen ohne ausgesprochen flügelartige Verbreiterung der Seitenkanten.

Zellen von der Breitseite mehr breit elliptisch, basal mehr oder minder abgerundet.

Sch. dubia 1.

Zellen mehr verkehrt eiförmig (von der Breitseite gesehen) basal deutlich verschmälert, stumpf. **Sch. ovata** 2.

Zellen an den beiden Seitenkanten sehr stark, fast flügelartig, verbreitert. Verbreiterung aber nicht (speziell vorne) eckenartig eingezogen. **Sch. phacus** 3.

1. **Scherffelia dubia** Pascher (*Carteria dubia* Scherff, *Cryptomonas* (?) *dubia* Perty) (Fig. 127 a—c). Zellen von der Breitseite breit elliptisch, nicht eirund; basal breit abgerundet oder kaum merklich verschmälert. Membran zart, Warze deutlich ausgerandet. Chromatophoren zwei, seitlich; einen schmalen, hellen Saum zwischen sich freilassend, sonst aber die beiden Seitenhälften der Zelle ganz ausfüllend. Vorne ein kleines punktförmiges Stigma. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen vorne. Zellen leicht schraubig der Länge nach gedreht, mit ziemlich stumpfen Seitenkanten. Vielleicht manchmal, in der rela-



Fig. 127. *Scherffelia*. a—c *Sch. dubia*; a Breit-, b Schmalseite; c Umriß des opt. Querschnittes. d—g *Sch. ovata*; d Zelle von der Breitseite; e Breitseitenumriß; f Ansicht von der Schmalseite; g optischer Querschnitt.

tiven Symmetrieebene, etwas der Länge nach verschmälert. Länge 10—13 μ , Breite 7—8 μ .

Anscheinend verbreitete, vielfach übersehene, doch nirgends häufige Art.

Bis jetzt beobachtet aus den Karpathen (Scherffel), Schweiz (Perty), Rußland (Korschikoff), Norwegen (Printz), Böhmen (Pascher).

2. **Scherffelia ovata** Pascher (Fig. 127 d—g). Zellen, von der Breitseite gesehen, ausgesprochen verkehrt eirund; vorne breit abgerundet, basal verschmälert und stumpf. Membran zart. Vordere Papille tief ausgerandet. Zellen der Länge nach meist leicht schraubig gedreht, an den Seitenkanten nicht stumpf, sondern fast scharfkantig. Chromatophoren in der beschriebenen Form, wie bei *Sch. dubia*. Der Kern oft mehr nach vorne gelagert. Kontraktile Vakuolen und Stigma wie früher. Länge der Zellen bis 15 μ , Breite bis 8 μ .

In einigen wenigen Exemplaren aus einem kleinen Tümpel an der Traun bei Ischl. Reichlicher aus dem Böhmerwald.

Ich habe irrtümlich diese Form in meiner Beschreibung der Gattung *Scherffelia* mit *Scherffelia dubia* vereinigt, und sie eigentlich für die typische Form dieser Art angesehen.

Ich konnte mich aber überzeugen, daß die elliptischen Formen der Pertyschen Abbildung besser entsprechen und daß daher diese den Pertyschen Artnamen führen sollen.

3. *Scherffelia phacus* Pascher (Fig. 128). Zellen an den Seitenkanten viel breiter geflügelt als bei den beiden vorigen Arten; von der Breitseite gesehen fast herzförmig, basal ein wenig bogig eingezogen verschmälert. Der Mediane scheint auf beiden Breitseiten eine leichte Vorwölbung zu folgen. Die vorderen

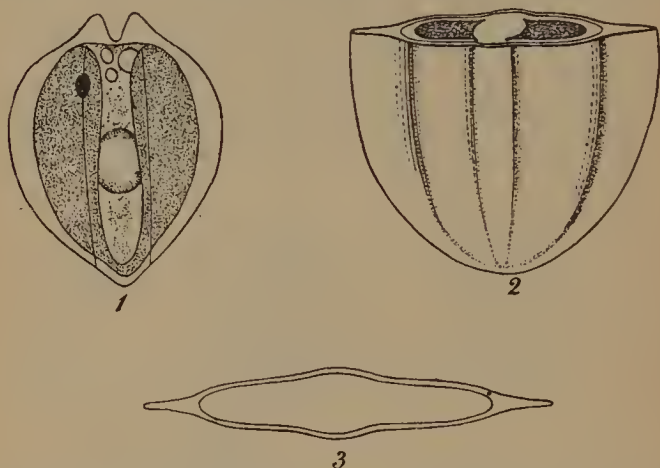


Fig. 128. *Scherffelia phacus*. 1 Zellen von der Breitseite; 2 Schema; 3 Umriß des Querschnittes.

Membranhöcker groß. Zellen im Querschnitte gestreckt elliptisch mit zwei seitlichen dünnen Kielen und den beiderseitigen medianen Aufwölbungen. Chromatophor basal meist mit einer dünnen Brücke zusammenhängend, ganz nach vorne reichend. Ihr gegen die Mitte zu gerichteter Rand der Länge nach rinnig. Kern etwas über der Mitte. Das elliptische Stigma im vorderen Viertel. Kontraktile Vakuolen 2–3, vielleicht noch mehr. Vermehrung wie bei der Gattungsbeschreibung angegeben. Länge 15 μ , Breite 9–12 μ .

Zweimal in stehenden, pflanzenreichen Gewässern beobachtet, sicher leicht saprob. Böhmen, Holstein (Haffkrug).

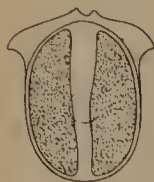


Fig. 129.
Scherffelia angulata.

Auch am Meere, speziell in langsam ansehlenden Tümpeln, treten *Scherffelia*-artige Formen auf. Eine sehr kleine, nur 10 μ lange Form hat die seitlichen Membranleisten vorne eckenartig angezogen. Da sie im Brackwasser vorkam, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß sie auch im ausgesüßten Wasser solcher Tümpel vorkommt (*Scherffelia angulata* — Fig. 129).

In letzter Zeit sah ich im Süßwasser noch eine andere Form, die fast rhombischen Umriß hatte und in der Längsrichtung

auffallend, fast schraubig, gedreht war. Nur schien es mir, als ob die Chromatophoren basal noch viel stärker zusammenhängen als bei *Scherffelia phacus*.

Chlamydomonas Ehrenberg

(*Chloromonas Gobi*, *Sphaerella* pro parte Sommerfeldt, *Protococcus* pro parte Ag., *Haematococcus* pro parte Ag., *Diselmis* Duj., pro parte, *Chlamydococcus* Ehrenberg, *Acanthococcus* Lagerheim pro parte, *Microglana* Ehrenberg, *Isococcus* Fritsch und Takeda; *Tetradonta* Korschikoff und viele andere zum Teil nicht mehr sicher deutbare Synonyma.)

Einzelne lebende (oder nur im unbeweglichen Zustande zu größeren Palmella- oder Gloeocystis-artigen Gallertmassen vereinigt) zweigeißlige Volvokalen, mit zarter oft teilweise oder auch allseitig abstehender, manchmal vergallerteter oder mit Gallerthülle umgebener (bei einigen Arten sehr derber) Membran, die fast immer ohne Skulptur ist und nur manchmal Längsfältelung aufweisen kann. Membran vorne ohne oder mit einer oft sehr derben, oft wieder kaum bemerkbaren Papille oder auch nur allmählich gegen das Vorderende verdickt und ohne scharf abgesetzte Papille. Papille manchmal in zwei gespalten. Protoplast oft mit einem deutlichen Plasmaschnäbelchen, aus dem die Geißeln kommen, in die Papille hineinragend. Geißeln in verschiedener Weise aus der Papille austretend. Bei manchen Formen ohne Papille tritt aus der vorderen Öffnung der Hülle das Vorderende des Protoplasten manchmal leicht papillenartig vor.

Chromatophor meist sehr groß und deutlich, manchmal sichtlich verkleinert; primär immer topfförmig, weit nach vorne reichend, bei den einzelnen Arten in verschiedener Weise abgeändert, H-förmig oder einseitig wandständig oder röhrenförmig; oft in verschiedener Weise radiär oder parietal zerspalten, in Längsstreifen zerteilt oder in Scheibchen aufgelöst.

Pyrenoid eines oder mehrere, eingesenkt und bei den Süßwasserformen an den bis jetzt bekannten Formen nicht nach vorne offen; meist basal und axial, oder seitlich gelagert; bei zwei Pyrenoiden: beide axial, eines vor, eines hinter dem Kerne, oder die beiden einander gegenüber gestellt, in annähernd halber Zellhöhe; bei mehreren unregelmäßig verteilt. Pyrenoid meist kugelförmig bis ellipsoidisch oder polyedrisch oder gekrümmt, bis band- oder gürtelförmig. Stärke nur selten in zwei Kalotten meist in mehreren Schalenstücken oder auch als feine Körnchen um das Pyrenoid abgeschieden.

Stigma vorhanden oder fehlend, seine Lage sehr wechselnd, für jede Art ziemlich konstant. Bei einer Art angeblich mehrere.

Kontraktile Vakuolen meist zwei vorne, doch auch mehrere, entweder vorne, oder vorne und basal, oder unregelmäßig verteilt.

Kern meist mehr oder weniger vorne, zentral oder in der hinteren Hälfte der Zelle. In seiner Lage sehr von der Gestalt des Chromatophoren abhängig.

Vermehrung im Prinzip durch Längsteilung, meist mit gleichzeitiger, nachträglicher oder auch vorhergehender Querdrehung. Zoosporen bei morphologisch spezialisierten Ausbildungen von der erwachsenen Zelle oft stark abweichend. Zoosporen meist nur zu viere,

seltener zu zweien gebildet. Muttermembran unter Vergallertung an einer nicht präformierten Stelle reißend. Teilung bei den meisten Formen im beweglichen Zustande, bei anderen aber nur im unbeweglichen Gallertstadium. Geschlechtliche Fortpflanzung in allen Übergängen von Isogamie zu Heterogamie bis ausgesprochener Oogamie. Das, was Korschikoff als Ataktogamie bezeichnet, bezieht sich größtenteils nach den bisherigen Beobachtungen auf *Chlamydomonas*. Die meisten Formen im Übergange von Isogamie zu Heterogamie, ohne bestimmte Fixierung der Gameten. Oogamie relativ seltener: *Chlamydomonas coccifera*.

Zygozospore bei einigen Formen sehr lange beweglich, bei anderen bald in die Zygozospore übergehend.

Gameten nackt oder behäutet; im letzteren Falle die Membranen (oft ungleichzeitig) vor, während der Kopulation oder auch eigentlich gar nicht völlig abstoßend. Bei manchen Formen auch amöboid werdend. Überbefruchtungen kommen vor.

Zygozospore von der typischen Form der Volvokalenzygote; glatt oder derb skulpturiert, manchmal in Gallerte eingehüllt. Bei der Keimung meist vier Schwärmer entlassend.

Palmellen und Gloeocysten für viele Formen bekannt, manche fast mehr in diesen Stadien lebend und dann große Lager bildend. Diese Formen sind zum Teil vielleicht besser zu den Tetrasporalen zu stellen.

Aplanosporen innert der Zellhäute, manchmal nach vorhergegangener Teilung, gebildet. Ebenso Akineten bekannt, die durch direkte Verdickung der Membranen entstehen.

Übergang zu den unbeweglichen Stadien, speziell den Gallertstadien sehr leicht. Das erlaubt auch, viele der Formen auf festen Nährboden zu ziehen.

Völlig künstliche Gattung, die alles von zweigeißeligen Formen umfaßt, was nicht Spezialorganisationen aufweist. Begrenzung gegen die Tetrasporales sehr schwer und in allen Übergängen diese vermittelnd. Zu den meisten anderen *Chlamydomonaden*-Gattungen ebenfalls mit allen Übergängen in Beziehung stehend und nur schwer gegen sie abgrenzbar. Das gilt vor allem für die Gattung *Chlorogonium*, die eigentlich nur eine durch alle Übergänge mit *Chlamydomonas* in Verbindung stehende Weiterbildung ist und von vielen Autoren mit *Chlamydomonas* vereinigt wird (Wille, Korschikoff).

Innerhalb der Gattung lassen sich einige Entwicklungsrichtungen erkennen, die aber untereinander und zwar in bezug auf jedes der Merkmale in Beziehung stehen; so decken sich die unter Berücksichtigung der Ausbildung der einzelnen Organe gewonnenen Gruppen nicht. Eine wirklich befriedigende Gliederung ist, ganz abgesehen von dem künstlichen Charakter der Gattung, nicht möglich.

Ich habe die Gliederung hauptsächlich nach dem Bau des Chromatophoren und der Lage und Zahl der Pyrenoide vorgenommen, einerseits weil diese Verhältnisse relativ leicht erkennbar und durchsichtig sind und dann, weil sie, soweit ich sah, konstanter sind und sich auch die Lage des Kernes zum Teil nach ihnen richtet. Die Beschaffenheit der Papille der Membran habe ich erst in zweiter Linie berücksichtigt. Dadurch ergab sich wenigstens für die mir aus eigener Anschauung und der Literatur bekannten Formen eine bedingt brauchbare Gliederung, die zum Teil auch natürlichen

Verhältnissen entsprechen mag. Im allgemeinen sind aber gerade hier die systematischen Verhältnisse nicht in einer linearen Darstellung zu fassen. Die morphologischen Beziehungen ließen sich nur in ein kompliziertes Raumnetz fassen, ohne daß damit der Beweis für die „Natürlichkeit“ der Gliederung erbracht wäre.

Im allgemeinen erscheint eine Gliederung, solange man nur extreme Ausbildungen ins Auge faßt, sehr leicht. Und wieder fast unmöglich, wenn man die ganze Formenfülle zu überblicken sucht:

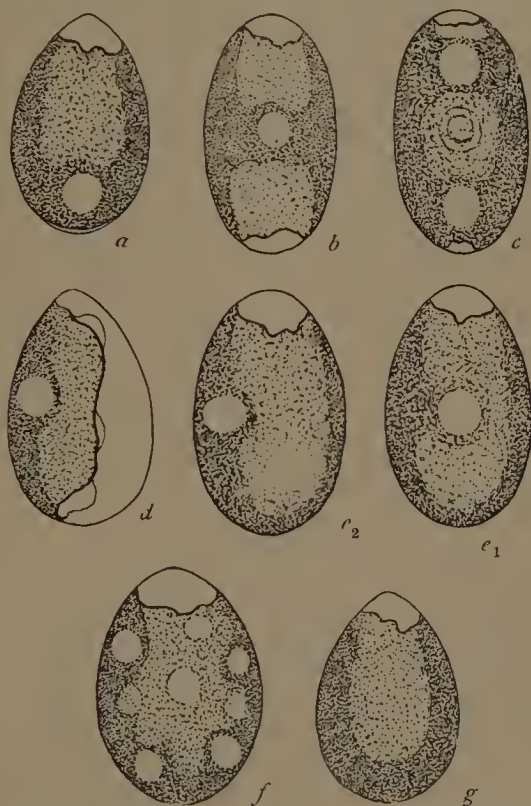


Fig. 130. Bau der Chromatophoren und Lage der Pyrenoide der Unter-
gattungen von *Chlamydomonas* (schematisiert). *a* *Euchlamydomonas*;
b *Agloë*; *c* *Amphichloris*; *d* *Chlamydomella* sectio *Monopleura*;
*e*₁, *e*₂ *Chlamydomella* sectio *Chlorogoniella*; *e*₂ Pyrenoid in der optischen
Achse; *f* *Pleiochloris*; *g* *Chloromonas*.

die morphologischen Beziehungen greifen hier wie die verschlungenen Maschen eines Netzes ineinander: Chromatophor, Pyrenoid, Stigma und Lage des Kernes gehen ihre eigenen Wege, auf der anderen Seite Membran, Papille und Gestalt der Zelle ebenfalls, wozu noch die Sonderausbildungen in den Gallertstadien, in den Cysten und in der geschlechtlichen Fortpflanzung kommen.

Ich konnte mich nicht entschließen, die pyrenoidfreien Formen als eigene Gattung *Chloromonas* neben *Chlamydomonas* zu stellen. Gerade hier ergeben sich die engsten Beziehungen zu pyrenoidführenden

den Formen, wenn ich auch nicht glaube, daß Pyrenoidverlust eine häufig vorkommende und leicht nachweisbare Erscheinung sei.

Einzelne der von mir aufrecht erhaltenen Untergruppen haben bereits andere Autoren zu umreißen versucht: Schmidle stellte die Gattung *Chlorogoniella* für die Formen mit seitlichem Pyrenoiden und muldenförmigen Chromatophoren auf.

Im derzeitigen künstlichen Umfange ist *Chlamydomonas*, die umfangreichste Gattung der Volvokalen, es sind vielleicht 150 Arten bekannt, davon sind die wenigsten genau untersucht, was zum Teile mit dem sporadischen Auftreten vieler Arten, die aber trotzdem morphologisch gut charakterisiert erscheinen, zusammenhängt.

Bekannt sind eigentlich nur die leicht bis ausgesprochen sapropelen Formen, von den katharoben, wie oligothermen Formen wissen wir so gut wie nichts. Unsere derzeitige Kenntnis gibt uns nur einen sehr einseitigen und sehr, sehr schmalen Ausschnitt aus der enormen Formenhülle wieder.

Übersicht über die der vorliegenden Bearbeitung der Gattung *Chlamydomonas* zugrundeliegenden Gruppierung der Arten.

I. Arten mit einem oder zwei axialen Pyrenoiden.

1. Ein Pyrenoid.

A. Pyrenoid basal. Chromatophor im Priuspe topfförmig
subg. *Euchlamydomonas* (S. 177, 192)¹⁾

B. Pyrenoid zentral. Chromatophor „H-förmig“.
subg. *Agloë* (S. 162, 247)

2. Zwei Pyrenoide, beide axial, eines vor, eines hinter dem zentral gelegenen Kerne. subg. *Amphichloris* (S. 184, 254)

II. Arten mit einem oder mehreren lateralen Pyrenoiden in annähernd halber Zellhöhe.

1. Ein manchmal zwei, dann einander gegenüberliegende Pyrenoide. subg. *Chlamydeella* (S. 185, 260)

A. Chromatophor topfförmig. sect. *Monopleura* (S. 185, 260)

B. Chromatophor einseitig wandständig.
sect. *Chlorogoniella* (S. 186, 261)

2. Mehrere bis zahlreiche Pyrenoide.

subg. *Pleiochloris* (S. 187, 281)

III. Arten ohne Pyrenoid. subg. *Chloromonas* (S. 188, 289)

Bestimmungsschlüssel der Arten.

Dieser Bestimmungsschlüssel gibt in der Reihenfolge der Arten in keiner Weise Verwandtschaftsverhältnisse wieder, er wurde im Detail nach ganz praktischen Gesichtspunkten zusammengestellt. Da wir nur einen Bruchteil der bis jetzt existierenden Formen kennen, und diese in den allermeisten Fällen nur nach vereinzelt Funden, da wir andererseits über die Variabilität auch der häufigsten Arten fast nichts wissen, so führt der Bestimmungsschlüssel in den meisten Fällen nur zu einem annähernden Ergebnisse, trotzdem ich ihn auf relativ leicht erkennbare Merkmale und in leicht übersehbarer Gegensätzlichkeit auf

1) Von den beiden beigesetzten Seitenzahlen gibt die erste die Seite des Bestimmungsschlüssels, die zweite die der Beschreibung an.

gebaut habe. Es sei aber bemerkt, daß die *Chlamydomonas*-Arten, wie alle anderen Formen, ungemein variieren und so wie alle Volvocalen in ihrer Ausbildung ungemein, viel mehr als andere Flagellaten vom Milieu abhängig sind. Einzelne Individuen, soweit sie nicht morphologisch auffallend charakterisiert sind, vernachlässige man. Manchmal wird das Stigma und das Pyrenoid bei raschen Teilungsfolgen an den Tochterzellen, die sich bereits wieder teilen, nicht völlig ausgebildet; man suche daher immer völlig erwachsene Exemplare zu bestimmen. Da die Beschreibungen und besonders die kurze Präzision im Bestimmungsschlüssel nicht immer genügend Klarheit geben können, vergleiche man immer die Figuren.

Bei einzelnen Gruppen wird ein eindeutiges Resultat überhaupt nicht erzielt werden können; das hängt vor allem damit zusammen, daß manche Beschreibungen von den Autoren recht unvollständig und vor allem fast niemals unter Berücksichtigung der morphologisch ähnlichen Arten gemacht sind. Das gilt besonders für die papillaten Formen mit eiförmiger Gestalt und einem basalen Pyrenoide im topfförmigen Chromatophoren. Ich möchte gerade hier betonen, daß ich bei den von mir nicht gesehenen Arten nicht mehr wieder geben kann, als mir eben selber vorliegt.

Siehe die Zusammenstellung der kugeligen Formen S. 190, 191.

Untergattung I. *Euchlamydomonas*.

Arten mit basalem Pyrenoide im Chromatophoren, der im Prinzip topfförmig ist.

Artgruppe 1¹⁾.

Zellen ohne Papille.

I. Zellen normalerweise nicht in weit abstehenden Gallerthüllen lebend.

1. Chromatophor glatt und auch nicht in Streifen oder andersgestaltete Teile zerteilt²⁾.

A. Zellen kugelig bis ganz breit-ellipsoidisch oder auch breiter als hoch oder bis halbkugelig.

a) Zellen sehr klein, bis 7 μ groß³⁾. *Chl. globosa* 1.

b) Zellen viel größer.

a) Zellen stark kugelig oder nur sehr wenig länger als breit.

* Chromatophor glatt⁴⁾ 5).

† Membran zart⁶⁾; Stigma kurz. *Chl. incerta* 2.

1) Artgruppe 2: Zellen mit Papille, Bestimmungsschlüssel siehe S. 179.

2) Bloße Längsstreifigkeit, ohne Zerteilung, kann vorkommen.

3) Vergleiche auch *Chlamydomonas Grovei*, die kein Pyrenoid hat, aber ebenfalls sehr klein ist. Auch bei *Chl. globosa* ist das Pyrenoid manchmal undeutlich.

4) Vergleiche auch *Chl. Reinhardii*, die ebenfalls manchmal kugelige Zellen hat.

5) Glatt, d. h. ohne Längsstreifung, die Maschigkeit kann dabei sehr deutlich sein.

6) Manchmal sehr schwer-sichtbar; vielleicht auch manchmal leicht verschleimend.

†† Membran derb; Stigma lang und strichförmig,
von vorne bis zur Mitte der Zelle gehend.

Chl. longirubra 3.

** Chromatophor längsstreifig. **Chl. zebra** 4.

β) Zellen breiter als hoch, stark halbkugelig.

* Zellen vorne nur leicht ausgerandet.

Chl. pomiformis 5.

** Zellen vorne sehr stark und schmal vertieft.

Chl. impressa 6.

B. Zellen anders gestaltet.

a) Im Prinzip eiförmig bis ellipsoidisch, seltener fast kugelig.

a) Zellen nicht der Länge nach abgeplattet.

* Stigma vorhanden.

† Alge des roten Schnees, meist im unbeweglichen Zustande lebend. Zelle ellipsoidisch bis ellipsoidisch eiförmig. **Chl. nivalis** 7.

†† Anders lebend.

× Zellen breit eiförmig bis manchmal fast kugelig oder kurz ellipsoidisch.

≠ Zellen breit-eiförmig, manchmal fast kugelig, mit sehr zarter Membran.

Chl. Reinhardii 8.

≠ Zellen mehr eiförmig-ellipsoidisch.

Chl. intermedia 9.

XX Zellen nicht breit- sondern mehr gestreckt-eiförmig, bis fast walzlich.

≠ Zellen vorne spitz; Pyrenoid meist schief oder etwas aus der Achse verschoben; Stigma fast in der Mitte.

Chl. Ehrenbergii 10.

≠ Zellen sehr gestreckt; stumpf. Stigma vorne; Pyrenoide immer deutlich axial, nicht seitlich verschoben.

Chl. lismorensis 11.

** Ohne Stigma.

† Zellen stark kegelförmig, nach vorne fast geradlinig verschmälert; basal oft sehr flach gewölbt, manchmal fast ganz eben. **Chl. coniformis** 12.

†† Zelle basal fast kugelig, nach vorne flaschenhalsartig verschmälert. **Chl. lagenula** 13.

β) Zellen der Länge nach etwas abgeplattet; vorne stumpf. Geißeln nicht engbeieinander inserierend; Pyrenoid etwas auf die eine Breitseite verschoben.

Chl. subasymmetrica 14.

b) Zellen verkehrt eiförmig bis fast verkehrt kegelförmig, vorne sehr breit und dabei abgerundet bis abgeflacht.

Chl. conica 15.

2. Chromatophor in mannigfacher Weise geteilt oder gelappt¹⁾.

A. Chromatophor in wandständige Längsstreifen, Bänder oder Scheiben aufgelöst²⁾.

1) Sollten die Papillenverhältnisse nicht ganz klar sein, vergleiche auch Nr. 48—54.

2) Vergleiche auch *Chlamydomonas stellata*: mit Papille und radiären Chromatophorenappen, die sehr dicht aneinander stehen.

- a) Wandstück¹⁾ der Chromatophoren in ungleichlange Längsstreifen aufgelöst²⁾. **Chl. polydactyla** 16.
- b) Wandstück in sehr ungleich große Scheibchen und kurze Bänder aufgelöst³⁾. **Chl. sectilis** 17.
- B. Chromatophor mehr radiär zerteilt.
 - a) Pyrenoid mehr basal; die radiären, meist verzweigten, am Rande verbreiterten Ausstrahlungen des Chromatophoren nach vorne am längsten entwickelt. Zellen meist in Gallerthüllen lebend. **Chl. pteromonoides** 18.
 - b) Pyrenoid mehr zentral, die an den Enden verbreiteten, nicht verzweigten, gleichmäßigen Lappen des Chromatophoren morgensternartig ausstrahlend⁴⁾. **Chl. rotula** 19.
- II. Zellen in weitabstehenden Hüllen lebend; manchmal auch Gallertlager bildend⁵⁾ (vgl. auch *Chl. pteromonoides* 18).
 - 1. Zellen abgerundet stumpf, Stigma äquatorial. **Chl. gelatinosa** 20.
 - 2. Zellen stumpf, Stigma basal. **Chl. ampla** 21.

Artgruppe 2.

Zellen mit Papille.

- I. Zellen kugelig, eiförmig bis ellipsoidisch-walzlich, nicht ausgesprochen verkehrt-eiförmig.
 - 1. Chromatophor glatt, nicht auffallend längsstreifig und auch nicht teilweise oder ganz aus Längsstreifen bestehend.
 - A. Zellen im Querschnitt rund, nicht abgeflacht oder abgeplattet.
 - a) Zellen mehr kugelig.
 - a) Papille sehr verwischt, Membran ganz allmählich in das breite, spitze Vorderende verdickt. **Chl. umbonata** 22.
 - β) Papille deutlich.
 - * Papille auffallend klein, scharf abgesetzt; Stigma vorne. **Chl. simplex** 23.
 - ** Papille deutlich, nicht abgeflacht.
 - † Sehr kleine Art bis 9 μ lang; epiphytisch in *Microcystis*. **Chl. epiphytica** 24.
 - †† Größere Formen, freilebend.
 - X zahlreiche kontraktile Vakuolen. **Chl. Pertyi** 25.
 - XX nur zwei kontraktile Vakuolen. **Chl. pseudopertyi** 26.

1) Wohlgemerkt nur das Wandstück.

2) Vergleiche auch *Chlamydomonas basistellata*, die einen ganz ähnlichen Chromatophoren, nur mit ganz kurzen Längsstreifen, doch eine, allerdings winzige Papille hat.

3) Auch *Chlamydomonas rotula* macht bei oberflächlicher Einstellung den Eindruck, als besäße sie scheibchenförmige Chromatophoren.

4) Vergleiche auch die anderen *Chlamydomonas*-Arten mit scheibchenförmigen Chromatophoren Nr. 16, 17, 18, 73, 116, 138—140, 144—146.

5) Vergleiche auch die inhomogene Art: *Chl. gloeocystisformis*.

*** Papille breit abgeflacht.

† Pyrenoid axial.

X Chromatophor mit seinem Basalstück kaum bis zur halben Länge der Zelle reichend. **Chl. proboscigera** 27.

XX Basalstück des Chromatophoren bis weit über die Zellmitte reichend.

Chl. conferta 28.

†† Pyrenoid, dadurch, daß das Basalstück des Chromatophoren etwas aus der Symmetrieebene verschoben ist, seitlich gelegen; Papille breit ausgerandet; Stigma äquatorial.

Chl. noctigama 29.

b) Zellen fast halbkugelig.

a) Papille groß, nicht scharf abgesetzt; Chromatophor normal entwickelt. **Chl. gyroides** 30.

β) Papille klein, scharf abgesetzt; Chromatophor sehr klein, in der Form einer basalen Mulde, meist mit undeutlichen Rändern. **Chl. gyrus** 31.

c) Zellen kurz-ellipsoidisch bis eiförmig oder gestreckt-eiförmig^{1) 2)}.

a) Pyrenoid in der Form eines basalen, oft hufeisenartig geformten Bandes; Papille abgestutzt; Zellen oft fast kugelig. **Chl. Braunii** 32.

β) Pyrenoid kugelig, ellipsoidisch bis polyedrisch³⁾.

* Ohne Stigma; Zellen ellipsoidisch-eiförmig; mit Papille; Basalstück gegen die Zelle fast geradflächig begrenzt; Membran oft sehr derb.

Chl. Franki 33.

** Mehrere Stigmen; Zellen ellipsoidisch-eiförmig; Chromatophor sehr ungleich dick.

Chl. pluristigma 35.

*** Ein einziges Stigma.

† Pyrenoid mit nur zwei uhrglasartig zusammenschließenden Stärkekalotten.

Chl. biconvexa 36.

†† Pyrenoid mit mehreren Stärkekörnern.

1) Sind die Zellen auch im beweglichen Zustande mit einer mächtigen Gallerthülle umgeben, die häufig die Papille verwischt, dann vergleiche die inhomogene Art: *Chl. gloeocystiformis* Dill.

2) Zellen im Prinzip verkehrt eiförmig usw. (s. S. 182).

3) Die Arten dieser Gruppe sind sehr schwer bestimmbar. Das Meiste an Freilandfunden wird nicht identifizierbar sein, da gerade hier nur relativ wenig Arten beschrieben sind. Dabei gehört diese Gruppe zu den formenreichsten und vor allem auch verbreitetsten und häufigsten der ganzen Gattung. Leider sind die meisten Arten nur sehr wenig genau beschrieben. Da wir hier gar nichts über Plastizität und Variabilität wissen so ist die Lage hier derzeit ziemlich hoffnungslos. Ich möchte auch hier wieder betonen, wie notwendig es wäre, daß jeder, auch physiologischen Untersuchung einige klare gute Abbildungen des lebenden Organismus, die auf alle Organe eingehen, beigegeben würden.

X Zellen ellipsoidisch bis kurzellipsoidisch-eiförmig¹⁾²⁾).

≠ Papille nicht scharf abgesetzt.

> Stigma äquatorial oder in der unteren Zelhälfte; Basalstück nicht stark verdickt. **Chl. gracilis** 37.

>> Stigma vorne, Basalstück sehr verdickt. **Chl. Snowiae** 38.

Papille deutlich abgesetzt.

> Pyrenoid rund bis querellipsoidisch, nicht kantig flächig³⁾).

! Papille spitz; Zelle kurz-ellipsoidisch.

Chl. Goroschankini 39.

!! Papille fast halbkugelig, stumpf.

— Papille knopfartig; sehr groß, vorspringend, basal oft eingezogen; Basalstück des Chromatophoren fast bikonvex; Stigma immer deutlich vor der Mitte.

Chl. De Baryana 40.

= Papille nicht knopfartig; Basalstück nach innen fast eben begrenzt; Stigma immer äquatorial.

Chl. atactogama 41.

>> Pyrenoid kantig flächig oder unregelmäßig; Zellen ellipsoidisch-walzlich.

! Basalstück des Chromatophoren nicht seitlich verschoben; Pyrenoid axial.

Chl. angulosa 42.

!! Basalstück des Chromatophoren etwas schief seitlich verlagert; Pyrenoid daher auf eine Seite verschoben.

Chl. subcylindracea 43.

XX Zellen sehr lang gestreckt-eiförmig, mit kleiner, doch deutlicher Papille; nach vorne sehr lang, gleichmäßig und fast geradlinig verschmälert.

Chl. longeovalis 44.

1) Bei fast kugeligen Formen mit breit abgestutzter Papille und bandförmigem, hufeisenartigem Pyrenoiden vergleiche *Chl. Braunii*.

2) Die folgenden Arten sind sehr schwer zu bestimmen, man vergleiche immer die Figuren. Bestimmung, soweit nicht einzelne Arten durch ganz prominente Merkmale auffallen, nur an größerem Materiale möglich.

3) Ist das Pyrenoid, dadurch, daß das Basalstück des Chromatophoren etwas schief steht, etwas seitlich, vgl. *Chlamydomonas subcylindracea*.

B. Zellen der Länge nach zusammengedrückt oder abgeplattet und zugleich gekrümmt oder ausgesprochen dorsiventral, also mit Bauch- und Rückenseite.

a) Zellen nur abgeplattet; nicht gekrümmt und nicht dorsiventral; von der Breitseite regelmäßig elliptisch.

Chl. complanata 45.

b) Zellen abgeplattet, basal aber (von der Schmalseite gesehen) stark verdickt und gegen die eine Breitseite gebogen.

Chl. incurva 46.

c) Zellen ausgesprochen dorsiventral, mit flacher Bauch- und gewölbter Rückenseite; von der Breitseite gesehen im allgemeinen elliptisch, nach vorne zugespitzt; mit ganz allmählich vermittelter Papille; Pyrenoid etwas gegen die Rückenseite verschoben.

Chl. dorsoventralis 47.

2. Chromatophor auffallend längsstreifig oder direkt in Längsstreifen aufgelöst^{1) 2)}.

A. Zellen kugelig bis fast kugelig.

a) Zwei kontraktile Vakuolen.

α) Papille halbkugelig; Pyrenoid muldenförmig; oft um die Zellen eine Gallerthülle vorhanden.

Chl. parallelistriata 48.

β) Papille breit abgestutzt, fast ausgerandet; Pyrenoid nicht muldenförmig; Chromatophor nach vorne in Längsbänder aufgelöst.

Chl. usuta 49.

b) Vier kontraktile Vakuolen; Papille fast halbkugelig.

Chl. pulsatilla 50.

B. Zellen ellipsoidisch bis wälzlich oder eiförmig.

a) Chromatophor groß, gut entwickelt.

α) Papille groß.

* Zelle breit ellipsoidisch, die breite flache Papille nicht allmählich vermittelt. **Chl. multifacniata** 51.

** Zelle ellipsoidisch eiförmig; die gerade abgeschnittene Papille aus der Zellform heraus ganz allmählich vermittelt, nicht scharf gegen die Zellform abgesetzt.

Chl. costata 52.

β) Papille klein; Zellen sehr gestreckt, leicht tonnenförmig bis fast wälzlich.

Chl. Steinii 53.

b) Chromatophor sichtlich reduziert, klein, nur aus dem Basalstücke bestehend, das nur kurze, ungleiche Längsfortsätze entwickelt. Zellen eiförmig.³⁾

Chl. basistellata 54.

1) Vergleiche auch die Sammelart *Chl. gloeocystiformis*, die ebenfalls mit längsstreifigen Chromatophoren vorkommt.

2) Manchmal ist bei den Arten mit zwei Pyrenoiden, die ebenfalls gestreifte oder längsgeteilte Chromatophoren haben, das eine vor dem Kerne gelegene Pyrenoid nicht sehr deutlich entwickelt. Man vergleiche daher zur Sicherheit auch die Arten der Gruppe mit zwei Pyrenoiden.

3) Sieht der *Chlamydomonas polydactyla* ähnlich; diese hat aber einen viel größeren Chromatophoren, keine Papille und oft eine Gallerthülle.

II. Zellen im Prinzip verkehrt eiförmig, vorne meist breiter als hinten; manchmal leicht unregelmäßig oder leicht asymmetrisch¹⁾).

1. Papille relativ klein, deutlich differenziert.

A. Mit Augenfleck.

a) Augenfleck sehr klein. Zellen sehr regelmäßig verkehrt eiförmig, dabei mit fast geraden Seiten verschmälert; vorne breit abgerundet; mit kleiner, aufgesetzter Papille, die nicht gestutzt ist.

Chl. elongata 55.

b) Augenfleck sehr deutlich: Zellen unregelmäßig gekrümmt, bis bohnenförmig. Papille gestutzt, nicht scharf abgesetzt.

Chl. pisiformis 56.

B. Ohne Augenfleck; Zellen in der vorderen Hälfte walzlich; hintere Hälfte kegelförmig verschmälert, stumpf.

Chl. conocylindrus 57.

2. Papille meist sehr groß, oft vermittelt in den Zellumriß übergehend.

A. Papille leicht stumpf, breit, nicht scharf abgesetzt, sondern allmählich vermittelt; Chromatophor leicht längsstreifig; Zellen oft einseitig entwickelt und oft schwanzartig ausgezogen.

a) Teilung der Länge nach; Zellen meist lang und dünn schwanzartig ausgezogen.

Chl. caudata 58.

b) Teilung fast quer; Zellen oft stumpf, doch auch schwanzartig ausgezogen.

Chl. subcaudata 59.

B. Papille vorn breit abgestutzt bis ausgerandet.

a) Zelle spitz ausgezogen; Papille vermittelt; Stigma sehr groß.

Chl. acutata 60.

b) Zellen mit riesiger, oft fast zellbreiter, vorne gerade abgestutzter Papille. Zellen nicht spitz ausgezogen, meist stumpf.

Chl. capitata 61.

Untergattung II. *Agloë*.

Arten mit zentralem Pyrenoid und „H-förmigem“ Chromatophoren.

I. Chromatophor ohne Streifen und nicht gelappt oder geteilt.

1. Zellen im Querschnitte rund, nicht dorsiventral.

A. Chromatophor topfförmig, Basalstück also noch vorhanden; doch mit deutlicher großer Querplatte versehen; Zellen ellipsoidisch.

Chl. regularis 62.

B. Kein Basalstück am Chromatophoren; Wandstück mehr oder weniger röhrenförmig.

a. Zellen eiförmig.

α) Ohne Papille.

Chl. pseudagloë 63.

β) Mit großer, deutlicher Papille.

Chl. Dangeardii 64.

1) Die Arten dieser Reihe sind teilweise nur schwer zu bestimmen; hier sind immer die Abbildungen zu vergleichen.

- b) Zellen ellipsoidisch bis walzlich.
- a) Ohne Papille, Zellen ellipsoidisch.
- * Kontraktile Vakuolen sechs, vielleicht noch mehr, auf beide Enden der Zelle gleichmäßig verteilt; ohne Stigma. **Chl. biciliata** 65.
- ** Kontraktile Vakuolen nur vorne¹⁾. **Chl. silvicola** 66.
- β) Mit kleiner, doch deutlicher Papille, Zellen walzlich. **Chl. cylindrica** 67.
- c) Zellen verkehrt eitörmig; Querplatte über der Mitte; Papille halbkugelig. **Chl. obversa** 68.
2. Zellen ausgesprochen dorsiventral, vorne mit kleiner Papille; Bauchseite flach. **Chl. agloëformis** 69.
11. Mit Längsstreifen, Längsrippen oder andersartig zerteilt; Querplatte nicht immer ausgefärbt; Pyrenoid aber immer zentral.
1. Längsstreifen oder Längsleisten.
- A. Chromatophor nur an den beiden Enden in Streifen zerteilt; Stigma äquatorial; Papille stumpf. **Chl. obtusata** 70.
- B. Chromatophor in durchgehende Längsstreifen aufgelöst; Stigma in der vorderen Hälfte; Papille sehr breit, flach und ausgerandet. **Chl. rhopaloides** 71.
2. Keine Längsstreifen oder Längsleisten.
- A. Chromatophor durch vier Einschnitte in vier große Lappen zerteilt. **Chl. speciosa** 72.
- B. Chromatophor reicher zerteilt, durch radiäre Einschnitte morgensternartig in enganeinanderliegende Lappen aufgelöst; mit Papille. **Chl. stellata** 73.

Untergattung III. *Amphichloris*.

Arten mit zwei axialen Pyrenoiden, zwischen denen der Kern zentral liegt.

1. Chromatophoren glatt, ohne deutliche Längsstreifen.
1. Zellen ohne Papille; Stigma fast am Hinterende der ellipsoidischen Zelle. **Chl. metastigma** 74.
2. Zellen mit flacher, leicht angerandeter Papille; Chromatophor aus einem mächtigen vorderen und hinteren Teile bestehend; beide Teile nur durch ein sehr zart entwickeltes Wandstück verbunden. Zelle daher in der Mitte breit durchbrochen erscheinend. **Chl. pertusa** 75.
11. Chromatophor deutlich längsstreifig oder stellenweise durch Längsspalten zerteilt.
1. Chromatophor nicht in Streifen aufgelöst. Sein Basalstück von Längsspalten durchbrochen; Zellen sehr gestreckt eiförmig. Papille sehr stumpf und niedrig. **Chl. sacculiformis** 76.
2. Chromatophor mehr oder weniger in parallele Längsstreifen aufgelöst.
- A. Zellen ohne Papille, ellipsoidisch; meist in *Gloeocystis*-artigen Lagern lebend. **Chl. Kleinii** 71.

1) Nicht ganz gesicherte Art.

- B. Zellen mit spitzer Papille; ausgesprochen walzlich, an beiden Enden stark abgestutzt-abgerundet, im Umriss fast lang-rechteckig. **Chl. penium** 78.

Untergattung IV. *Chlamydelta*.

Arten mit einem oder zwei, seitlich in halber (annähernd) Höhe stehenden Pyrenoiden.

Sectio I. *Monopleura*.

Zelle mit topfförmigem Chromatophoren.

- I. Chromatophor mit einem annähernd in halber Höhe stehenden Pyrenoid; Pyrenoid dabei nicht ringförmig oder in der Form eines Ringteiles.

1. Chromatophor, abgesehen von seiner oft weitmaschigen Struktur, nicht in große Lappen zerlegt oder von Spalten durchbrochen.

A. Zellen ohne Papille.

- a) Zellen fast kugelig; Chromatophor sehr grobmaschig; vier kontraktile Vakuolen. **Chl. tetraolaris** 79.
 b) Zellen sehr gestreckt ei-ellipsoidisch, meist in geschichteten Gallertlagern lebend; kontraktile Vakuolen nur zwei. **Chl. dactylococcoides** 80.

B. Zellen mit Papille.

- a) Papille spitz; nicht scharf abgesetzt; Zellen mehr eiförmig. **Chl. parietaria** 81.

b) Papille stumpf.

α) Freilebende Formen.

* Zellen kurz-ellipsoidisch bis breit-eiförmig.

† Papille nicht scharf abgesetzt, nicht halbkugelig. **Chl. media** 82.

†† Papille scharf abgesetzt; ausgesprochen halbkugelig. **Chl. elliptica** 83.

** Zellen (ausgewachsen) zitronenförmig; mit rasch verschmälerten, kurz zitzenförmigen Enden; manchmal etwas schief. **Chl. citriformis** 84.

β) Meist in Gallertlagern lebende Formen.

* Zellen ellipsoidisch, mehr breit-spitz; auf Polyporaceen lebend. **Chl. fungicola** 85.

** Zellen ellipsoidisch, ganz leicht gekrümmt; mit ungemein flacher, sehr breiter, fast gerade abgestumpfter Papille. **Chl. gloecogama** 86.

2. Chromatophor durch Einschnitte oder Spalten gelappt oder an seinen Enden gespalten.

A. Zellen kugelig; vorne stumpflich-spitz. Chromatophor durch gegen das Pyrenoid zu gerichtete Einschnitte gelappt; Lappen aber größtenteils nicht in der Längsrichtung der Zelle stehend. **Chl. incisa** 87.

B. Zellen kurz elipsoidisch-walzlich; beiderseits abgestutzt, vorne mit kleiner Papille; Chromatophor an beiden Enden durch längsgerichtete Spalten, die fast bis zur Mitte reichen in feine Streifen zerlegt. **Chl. conversa** 88.

- II. Mit zwei seitlichen, in Verdickungen der Chromatophoren liegenden, einander mehr oder weniger deutlich gegenüberstehenden, manchmal etwas ungleichen Pyrenoiden.
1. Zellen kugelig, mit niedriger flacher Papille; Kern annähernd zentral. **Chl. bicocca** 89.
 2. Zellen ellipsoidisch länglich bis leicht eiförmig.
 - a) Stigma lang strichförmig; Kern annähernd zentral, Chromatophorenverdickungen meist nicht sehr mächtig. **Chl. longistigma** 90.
 - b) Stigma kurz elliptisch; Kern in der unteren Hälfte der Zelle. Chromatophorenverdickungen sehr mächtig, sich in der Achse der Zelle manchmal fast berührend. **Chl. platyrhyncha** 91.
- III. Pyrenoid in der Form eines äquatorialen ganz geschlossenen oder offenen, manchmal in mehrere oft ungleiche Teile (diese oft zusammenhängend) zerfallenden Ringes. Zellen kugelig bis fast kugelig; Papille gerade gestutzt. **Chl. cingulata** 92.

Sectio II. *Chlorogoniella*.

Zellen mit seitlich stehendem Pyrenoide und einseitigem wandständigem bis gürtelförmigen Chromatophoren.

I. Zelle regelmäßig.

1. Ohne Papille.

A. Zellen sehr klein (höchstens 10 μ lang).

- a) Zellen eiförmig-ellipsoidisch; in Gehäusen planktonischer *Dinobryon*-Arten. **Chl. dinobryonis** 93.
- b) Zellen gestreckt walzlich bis fünfmal länger als breit; Chromatophor oft auch gürtelförmig. **Chl. microscopica** 94.

B. Zellen viel größer.

- a) Zellen vorne spitz oder stumpf, doch nicht abgestutzt.
 - α) Zellen eiförmig, basal meist abgerundet; Geißeln so lang oder länger als die Zellen.

* Zellen spitz.

† Kern basal. Stigma über der Mitte.

Chl. Kuteinokowi¹⁾ 95.

†† Kern mehr zentral; Stigma vorne.

Chl. ovalis 96.

** Zellen stumpf; bis dreimal so lang als dick; Stigma vorne; im Schleim vom Froeschlaich.

Chl. mucicola 97.

β) Zellen beiderseits verschmälert, vorne fast spitz; Geißeln kürzer als die Zelle. **Chl. ovata** 98.

- b) Zellen vorne fast abgestutzt, fast verkehrt eiförmig und basal verschmälert. **Chl. isogama** 99.

2. Mit Papille.

A. Zelle breit verkehrt eiförmig; Kern zentral; Stigma vorne.

Chl. celerrima 100.

1) Hier gibt es einen ganzen Schwarm morphologisch einander sehr nahe kommender Arten.

- B. Zelle sehr gestreckt-eiförmig-spindelförmig; basal spitz; Stigma äquatorial; Kern in der unteren Hälfte.

Chl. acuta 101.

- II. Zelle auf einer Seite auffallend mehr gewölbt oder deutlich gebogen oder völlig unsymmetrisch.

1. Zelle nicht gebogen; mit flacher Bauch- und gewölbter Rücken-seite.

- A. Ohne Papille; Membran zart; Zellen auf der einen Seite regelmäßig vorgewölbt; nach vorne verschmälert.

Chl. elegans 102.

- B. Zelle mit sehr flacher Papille; Zellen ellipsoidisch; auf der einen Seite ganz flach, oft deutlich dorsiventral.

Chl. asymmetrica 103.

2. Zelle deutlich gekrümmt ohne Papille; Chromatophor auf der konvexen Seite.

- A. Zelle beiderseits verschmälert, vorne manchmal fast spitz.

Chl. minima 104.

- B. Zelle beiderseits abgerundet; ausgesprochen krumm-walzlich.

Chl. minutissima 105.

Untergattung V. *Pleiochloris*^{1) 2)}.

Chlamydomonas-Arten mit mehreren lateralen Pyrenoiden.

- I. Zellen ohne Papille; gestreckt eiförmig; Chromatophor in der Form einer wandständigen, zusammengebogenen, doch mit ihren Längsrändern nicht zusammenschließenden Platte.

Ch. Rudolphiana 106.

- II. Zellen mit Papille; Chromatophor im Prinzip meist deutlich topfförmig, selten ungleich entwickelt.

1. Chromatophor außen glatt, ohne Längsstreifung oder netzige Durchbrechungen.

- A. Zellen eiförmig bis verkehrt-eiförmig.

- a) Membran zart; immer nur eine vordere Papille.

- a) Zellen breit eiförmig, mit sehr großer Papille; Stigma vorne.

Chl. coccifera 107.

- β) Zellen stark verkehrt-eiförmig mit sehr kleiner, spitzer Papille; Stigma äquatorial.

Chl. gigantea 108.

- b) Membran sehr derb, fast schalenartig; meist zwei, oft deutlich bis weit voneinander abgerückte Papillen vorhanden. Zellen breit- und kurz-ellipsoidisch bis fast kugelig-eiförmig.

Chl. sphagnicola 109.

- B. Zellen gestreckt walzlich; 3—5 mal so lang als breit.

- a) Papille spitz.

Chl. Cienkowskii 110.

- b) Papille sehr breit, niedrig und ausgerandet.

Chl. breviciliata 111.

1) Künstliche Untergattung.

2) Fast bei allen *Chlamydomonas*-Arten mit einem Pyrenoid kann an einzelnen Individuen das Pyrenoid in zwei oder mehrere Teile zerfallen; oft handelt es sich dabei um ein Vorseilen des Pyrenoids bei der Teilung der Zelle.

2. Chromatophor längsstreifig bis maschig längsstreifig oder durchbrochen oder aus mosaikartig aneinanderschließenden Stücken zusammengesetzt.

A. Nur längsstreifig.

- a) Papille relativ klein; Membran nicht abstehend.

- α) Papille stumpf-kegelförmig; kontraktile Vakuolen mehrere; Zellen kurz-walzlich.

Chl. pseudogigantea 112.

- β) Papille breiter und flach; nur zwei kontraktile Vakuolen; Zellen mehr ellipsoidisch. **Chl. striata** 113.

- b) Papille sehr groß, gerade abgestutzt; Membran sehr weit und allseitig abstehend, Zellen gestreckt ellipsoidisch, beiderseits verschmälert (meist auf fädigen Cyanophyceen: *Tolypothrix*).

Chl. ignava 114.

- B. Chromatophor aus einem Stück bestehend, von Längspalten durchbrochen; Zellen ellipsoidisch-walzlich mit sehr kleiner, stumpfer Papille; Stigma sehr lang strichförmig.

Chl. rubrifilum 115.

- C. Zellen eiförmig; Papille lang und schmal; Chromatophor aus mosaikartig eng zusammenschließenden, polygonalen oft sehr ungleich großen, manchmal gelappten Stücken bestehend.

Chl. apiculata 116.

Untergattung VI. *Chloromonas*.

Chlamydomonas-Arten ohne Pyrenoid; ganz künstliche Gruppe, die wahrscheinlich zum größten Teil pyrenoidlos gewordene Formen umfaßt.

- I. Chromatophor nicht durchbrochen und auch nicht in Scheibchen aufgelöst, aus einem Stücke bestehend; im Prinzipie topfförmig.

1. Zellen ohne Papille.

- A. Zellen nicht abgeplattet, im optischen Querschnitte rund.

- a) Zellen mehr oder weniger kugelig; Chromatophor topfförmig.

- α) Zellen sehr klein, bis 5 μ groß. **Chl. Grovei** 117.

- β) Zellen größer, bis 25 μ groß.

- * Membran sehr derb; Chromatophor sehr kräftig; ohne Stigma. **Chl. Westiana** 118.

- ** Membran zart.

- † Chromatophor glatt, sehr weit nach vorne reichend, ohne Längsrippen; Stigma vorne.

Chl. depauperata 119.

- †† Chromatophor mit Längsrippen, die zahnartig über sein Vorderende hinausragen; Wandstück nicht bis ganz vorne reichend.

Chl. dentata 120.

1) Bei *Chlamydomonas cingulata* zerfällt das äquatoriale Pyrenoid, das hier die Form eines geschlossenen oder oft an einer Stelle offenen Ringes hat, manchmal in einzelne Stücke, die manchmal durch Brücken untereinander zusammenhängen und dann ihre Entstehung noch klar erkennen lassen oder oft völlig geteilt sind und dann oft nicht mehr regelmäßig äquatorial gelagert sind.

b) Zellen nicht kugelig.

a) Zellen ellipsoidisch bis kurz walzlich-ellipsoidisch; Chromatophor mit helleren Stellen; Stigma äquatorial. **Chl. maculata** 121.

β) Zellen mehr eiförmig oder spindelförmig bis verkehrt eiförmig.

* Chromatophor topfförmig.

† Chromatophor regelmäßig.

× Zellen sehr gestreckt-eiförmig; ohne Stigma. **Chl. paupereula** 122.

XX Zellen kurz-eiförmig; Stigma in halber Höhe. **Chl. pusilla** 123.

†† Basalstück des Chromatophoren etwas schief verlagert; Stigma äquatorial.

Chl. paradoxa 124.

** Chromatophor sehr breit ringförmig, die beiden Enden frei lassend; Zellen ellipsoidisch, beiderseits leicht verschmälert und dann breit stumpf. Geißeln nicht knapp nebeneinander inserierend.

Chl. anglica 125.

B. Zellen der Länge nach abgeplattet.

a) Zellen basal nierenförmig ausgerandet, viel breiter als lang. **Chl. reniformis** 126.

b) basal nicht ausgerandet; Zellen von der Breitseite gesehen, verkehrt eiförmig; vorne breit-spitz. Stigma strichförmig. **Chl. Smithiana** 127.

2. Mit Papille.

A. Zellen kugelig.

a) Chromatophor topfförmig; Papille sehr breit; Stigma äquatorial; Zellen in Gallerthülle.

Chl. mucosa 128.

b) Chromatophor anders gestaltet.

a) Papille sehr spitz; Chromatophor meist breit ringförmig, seltener schief muldenförmig.

Chl. apex 129.

β) Papille halbkugelig; Chromatophor mit vorderer massiver Querplatte, rückwärts gegen das zarte Basalstück allmählich verschmälert; Kern hinter der Querplatte.

Chl. inversa 130.

B. Zellen nicht kugelig.

a) Zellen ausgesprochen ellipsoidisch bis ellipsoidisch-walzlich.

a) Chromatophor glatt.

* Zellen breit ellipsoidisch nicht schwanzartig ausgezogen.

† Papille sehr niedrig und breit; Stigma unter der Mitte; Geißeln körperläng.

Chl. platystigma 131.

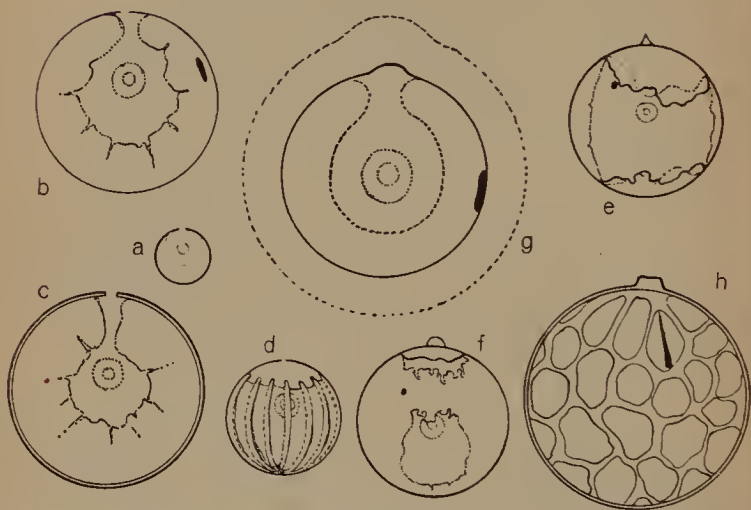
†† Papille hoch; Stigma unter der Mitte; Geißeln über körperläng.

Chl. longeciliata 132.

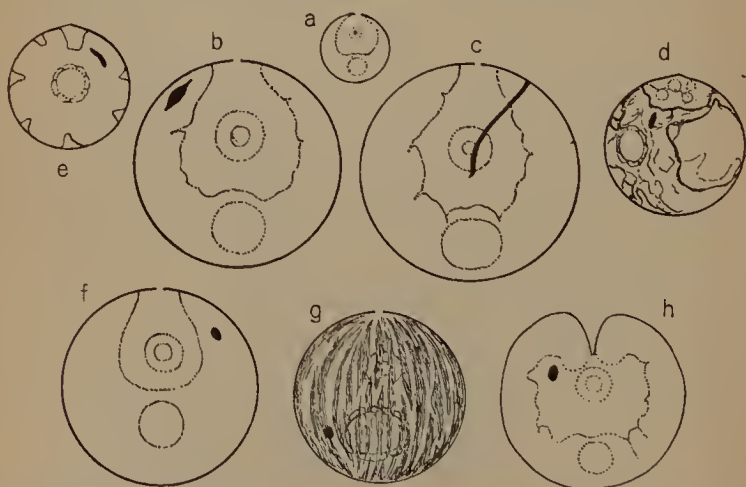
** Zellen sehr gestreckt ellipsoidisch, basal schwanzartig ausgezogen.

Chl. attenuata 133.

- β) Chromatophor der Länge nach gestreift; Papille sehr klein, stumpf. **Chl. dissecta** 134.
- b) Zellen nicht ausgesprochen ellipsoidisch.
- a) Chromatophor meist groß und gut ausgebildet, wenn auch oft in der Form schwankend.
- * Zellen stark rhombisch-spindelförmig; Papille sehr klein. **Chl. biconica** 135



Die kugeligen *Chlamydomonas*-Arten ohne Pyrenoid. a *Chl. Grovei*; b *Chl. depauperata*; c *Chl. Westiana*; d *Chl. dentata*; e *Chl. apex*; f *Chl. inversa*; g *Chl. mucosa*; h *Chl. Korschikoffi*.



Die kugeligen *Chlamydomonas*-Arten mit Pyrenoid, doch ohne vordere Membranpapille. a *Chl. globosa*; b *Chl. incerta*; c *Chl. longirubra*; d *Chl. tetraolaris*; e *Chl. incisa*; f *Chl. Reinhardi*; g *Chl. zebra*; h *Chl. impressa*.

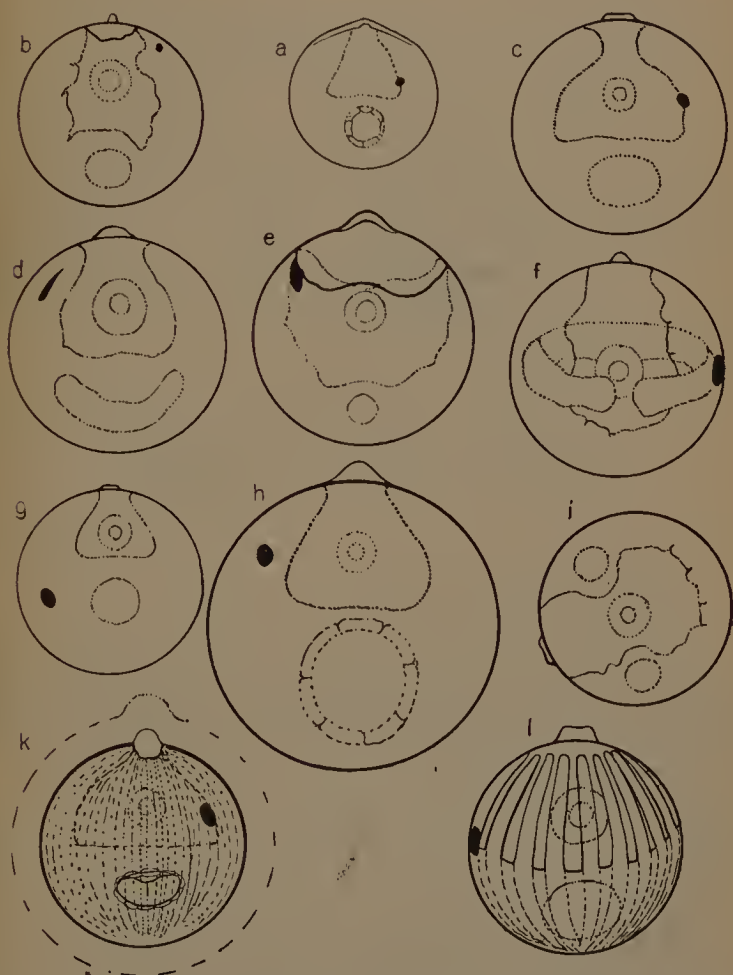
** Zellen kurz walzlich-ellipsoidisch; mit deutlicher stumpfer Papille; Chromatophor in seiner Ausbildung sehr schwankend: topfförmig bis seitlich muldenförmig. Stigma in der vorderen Zelhälfte.

Chl. variabilis 136.

β) Chromatophor sehr klein; in der Form eines basalen, schiefen, muldenförmigen Plättchens; Zellen eiförmig mit winziger, doch deutlicher Papille.

Chl. viridemaculata 137.

II. Chromatophor unregelmäßig durchbrochen, bis in kleinste Scheibchen aufgelöst.



Die kugeligen *Chlamydomonas*-Arten mit Pyrenoid und vorderer Membranpapille. a *Chl. umbonata*; b *Chl. simplex*; c *Chl. proboscigera*; d *Chl. Brauni*; e *Chl. pseudopertyi*; f *Chl. cingulata*; g *Chl. conferta*; h *Chl. Pertyi*; i *Chl. bicocca*; k *Chl. parallelistriata*; l *Chl. nasuta*.

1. Zellen ohne Papille.

A. Chromatophor aus mosaikartig aneinanderschließenden, polygonalen Plättchen bestehend, die vielleicht nicht völlig voneinander getrennt sind; Membran sehr zart.
Chl. palatina 138.

B. Chromatophor aus völlig getrennten, voneinander entfernten Scheibchen bestehend.

a) Membran sehr derb; Zellen bis 12 μ lang; Art des ewigen Schnees.
Chl. alpina 139.

b) Membran zart; Zellen bis 19 μ lang; in faulendem Wasser.
Chl. Aalesundensis 140.

2. Zellen mit Papille.

A. Chromatophor netzartig durchbrochen.

a) Papille stumpf, groß; Membran dick, außen vergallert. Stigma halbkugelig, meist etwas über der Mitte. Zellen breit ellipsoidisch.
Chl. clathrata 141.

b) Papille gestutzt und gerade abgeschnitten. Stigma in der hinteren Zellhälfte. *Chl. reticulata* 142.
Stigma in der vorderen Zellhälfte. *Chl. mirabilis* 143.

B. Chromatophor in getrennte Teile aufgelöst.

a) Papille abgerundet stumpf, weit vorspringend; Stigma vorne; Chromatophoren aus ungleichen Scheibchen bestehend; Geißeln sehr kurz. *Chl. Serbinowi* 144.

b) Papille quer abgestutzt.
a) Scheibchen oft sehr ungleich, bis sehr groß und dann oft fast bandförmig; Papille sehr breit; Stigma fleckförmig. *Chl. platyrhyncha* 145.
β) Scheibchen ziemlich regelmäßig; Papille nicht sehr breit; Stigma lang strichförmig.

Chl. Korschikoffi 146.

Untergattung I. *Euchlamydomonas*.

Arten mit topfförmigem, glattem, gestreiftem oder in mannigfacher Form zerteiltem Chromatophoren und einem basalen und axialen Pyrenoide. Inhomogene Untergattung, die nach unseren derzeitigen Kenntnissen den weitaus größten Teil von *Chlamydomonas* ausmacht.

Bestimmungsschlüssel siehe S. 177.

1. *Chlamydomonas globosa* Snow (*Chlamydomonas eriensis* Printz, nicht *Chlamyd. globulosa* Perty) (Fig. 130). Zellen klein; meist ausgesprochen kugelig, oder ein wenig ellipsoidisch. Membran aufliegend oder ein wenig absteehend, deutlich; vorne nicht zu einer Papille verdickt. Geißeln über körperlang. Chromatophor sehr kräftig, ganz nach vorne reichend; basal sehr stark verdickt mit länglich kugeligem Lumen; in der basalen Verdickung das große Pyrenoid; Stigma nicht sehr deutlich, im vorderen Drittel. Kern zentral. Eine einzige kontraktile Vakuole am Grund der Geißeln. Hier und da auch Öltropfen. Auch Gallertstadien beobachtet, die aber die Autorin nicht näher beschreibt. Durchmesser der Zellen 5–7 μ .

Im Plankton nordamerikanischer Seen (Lake Erie); in Norwegen. Auch in unserem Plankton vorhanden und von mir wiederholt gesehen in einer Form, die mit den Snowschen Angaben fast völlig übereinstimmt. Nicht sehr empfindliche Form, die sich in den Proben lange lebend hält und auch von Snow durch einige Jahre kultiviert wurde¹⁾.

2. *Chlamydomonas incerta* Pascher (Fig. 131). Zellen fast immer kugelig, seltener etwas verbreitert. Membran sehr zart, sich manchmal basal abhebend, ohne vordere Papille. Chromatophor topfförmig. Basalstück nicht sehr plötzlich verdickt, sondern

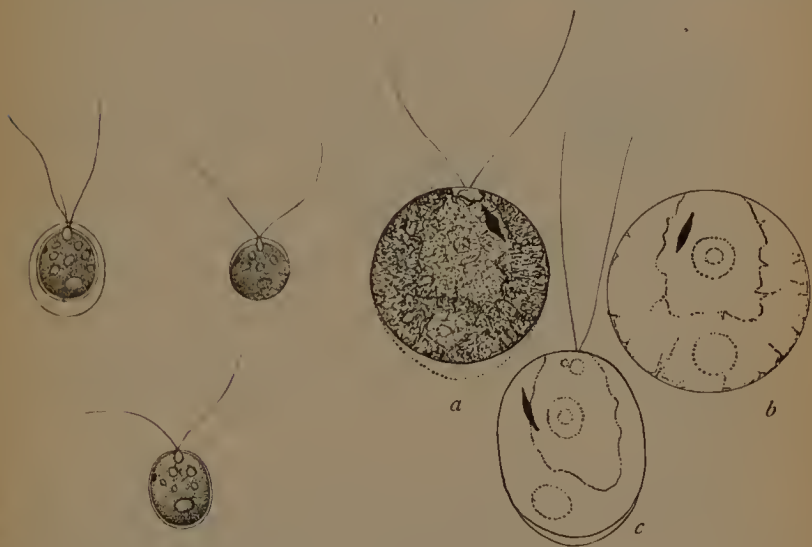


Fig. 130a. *Chlamydomonas globosa* (nach Snow).

Fig. 131. *Chlamydomonas incerta*.
a vegetative Zelle; b Schema der Zellorgane; c junge Zelle.

mehr allmählich in das nach vorne verdünnte, sehr weit nach vorne reichende Wandstück übergehend. Pyrenoid basal in der verdickten Stelle. Stigma vorne, ziemlich groß; anscheinend immer zweispitzig. Kern etwas vorne gelegen. Zwei kontraktile Vakuolen. Geißeln über körperlang. Teilung der Länge nach, oft nur zwei Tochterzellen liefernd, die beim Austreten etwas länglich, erst mit der Zeit kugelig werdend. Andere Stadien nicht mit Sicherheit beobachtet. Gleichzeitige Pamellen, mit ähnlichem Stigma, nicht sicher darauf beziehbar. Durchmesser der Zellen 12–22 μ .

Mehrmals beobachtet: Holstein (im Straßengraben an der Straße Haffkrug-Neustadt); Oberösterreich: Ischl.

Möglicherweise ist auch diese Form mit der ganz unsicheren *Chl. pulvisculus* identisch. Sicher sehr verbreitete Art, bei der

1) Um *Chlamydomonas eriensis* gruppiert sich eine Reihe biologisch und auch zum Teil morphologisch unterscheidbarer Rassen.

Unklarheit der kugeligen Formen aber immer mit anderen Formen verwechselt.

3. **Chlamydomonas longirubra** Pascher (Fig. 132). Zellen exakt kugelig, mit einer oft sehr derben, oft leicht rotgelb gefärbten Membran, die vorne ein Loch für die etwas vortretende Protoplastenpapille hat, auf der zwei körperlange Geißeln sitzen. Membran manchmal leicht körnelig? Chromatophor topfförmig, bis zur Papille reichend, mit wenig verdicktem Basalstück, in dem sich ein kugeliges Pyrenoid befindet. Basalstück allmählich in das Wandstück übergehend, das nur wenig gegen seinen oberen Rand verschmälert wird. Stigma vorne gelegen, in der Form einer schmalen, rotbraunen Leiste fast bis zum Äquator der kugeligen Zelle herabziehend. Kern mehr vorne gelegen. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Teilung der Länge nach, dann Querdrehung. Andere Stadien nicht beobachtet. Durchmesser der Zelle 18–22 μ .



Fig. 132. *Chlamydomonas longirubra*.

Um Holstein; Tümpel am Scharbeutzer See; in Schleimmassen, die auf den Stengeln von *Scirpus* hafteten und in denen eine Unmenge verschiedener Algen vorhanden war.

Das merkwürdige lange Stigma hat auch *Chlamydomonas rubrifilum*.

4. **Chlamydomonas zebra** Korschikoff (Fig. 133). Zellen kugelig. Membran zart, vorne ohne Papille, anliegend. Chromatophor topfförmig, mit verdicktem Basalstücke und einem fast bis zur Geißelbasis reichenden Wandstücke. Chromatophor der Länge nach zart gestreift. Streifen nicht ganz regelmäßig. Im Basalstück axial das große kugelige Pyrenoid. Stigma klein, elliptisch, etwas unter der Mitte. Kern axial vor der Mitte der Zelle. Zwei kontraktile Vakuolen, vorne gelegen. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Erste Teilung der Länge nach. Junge Zellen, wie auch die Zoogameten, mehr elliptisch. Ausgewachsene Zellen bis 17 μ im Durchmesser. Junge Zellen, wie auch die Gameten, 8 bis 10 μ lang, 4–5 μ breit. Rußland (Charkow).



Fig. 133.
Chlamydomonas zebra (nach Korschikoff).

5. **Chlamydomonas pomiformis** Pascher (Fig. 134). Zellen breit kugelig, bis fast leicht quer ellipsoidisch, also von der Längsseite gesehen meist etwas breiter als lang; von vorne gesehen aber kreisrund. Basal breit kugelig abgerundet; vorne flach und leicht, doch deutlich ausgerandet. Die vordere Fläche oft stumpf kantig abgesetzt. Membran sehr zart, anliegend (ob immer?) ohne Papille. Die beiden Geißeln in der Ruhe-

lage zuerst divergierend nach vorne, dann jäh nach rückwärts gebogen, bis dreimal körperlang. Chromatophor topfförmig sehr dick, fast bis zur Geißelbasis nach vorne reichend, also vorne zusammengebogen und nur eine relativ kleine Öffnung freilassend; gegen den vorderen Rand oft deutlich verdickt; ebenso basal verdickt; hier ein großes, rundes, stumpfkantiges Pyrenoid, das manchmal im Sinne des Querdurchmessers der Zelle leicht verbreitert ist. Stärkehülle aus relativ großen Stärkekörnern zusammengesetzt. Stigma klein, punktförmig, vorne gelegen, immer dem Vorderrande des Chromatophoren genähert. Kern etwas vor der Mitte. Kontraktile Vakuolen

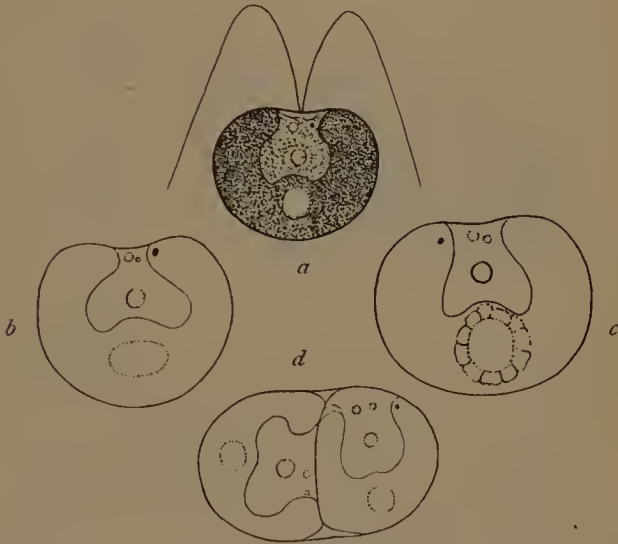


Fig. 134. *Chlamydomonas pomiformis*. a vegetative Zelle; b, c Zellorgane im Umriß; d Teilung.

zwei, vorne gelegen. Teilung der Länge nach. Andere Stadien nicht beobachtet. — Bewegung sehr rasch. Teilung der Länge nach. Bewegung sehr rasch, stets unter lebhafter Rotation und auffallendem Schlingern der Zelle um eine in ihrer Lage variable Querachse. Länge 10–17 μ ; Breite 8–14 μ .

Ein einziges Mal in einer Wasserpflütze in der Nähe des Weißen Hirsches bei Dresden. Mit Euglenen zusammen.

6. *Chlamydomonas impressa* Pascher (Fig. 135). Zellen kugelig, bis breit kugelig, basal breit abgerundet, vorne ganz leicht ausgerandet, hier sehr stark und schmal vertieft. Vertiefung bis über das erste Drittel reichend. Zellen im optischen Querschnitte manchmal leicht zusammengedrückt. Membran sehr zart, manchmal basal und seitlich abstehend. Geißeln in der Vertiefung inserierend, nur wenig divergierend herauskommend, um dann seitlich ausbiegend mit den Enden zurückzuschlagen. (Ob natürliche Ruhelage?) Chromatophor sehr groß, topfförmig, dick, die Zelle auskleidend; längs der Vorderfläche

gegen die Eintiefung des Vorderendes zusammenneigend, basal nur wenig verdickt, hier das ellipsoidische Pyrenoid, das große Stärkeschollen hat. Stigma in der vorderen Hälfte, mehr gegen die Mitte gelagert, in seiner Form nicht sehr bestimmt. Kern etwas unter der Mitte liegend. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Chromatophor sehr locker, förmlich netzig und wabig, auffallend hellgrün (ob immer?). Teilung der Länge nach, 2 oder 4 Tochterzellen gebend, die etwas gestreckt kugelig, fast kurz eiförmig sind und zuerst keine vordere Eintiefung haben, sondern nur etwas flach sind und erst allmählich die definitive Form annehmen. Pyrenoid bei

der Teilung allem Anscheine nach verschwindend, da die jungen Zellen oft kein Pyrenoid haben und es erst mit der Zeit differenzieren.

Zellen 10–17 μ im Durchmesser, etwas kürzer. Andere Stadien nicht beobachtet.

Aus kleinen Tümpeln, die ein verschmutzter Bach zwischen Haffkrug und Scharbeutz, vor seiner Einmündung in die Lübsche Bucht bildet. Auscheinend keine wirkliche Süßwasserform, sondern vielleicht mehr brackisch.

Chlamydomonas impressa kommt durch ihre vordere Eintiefung einigen streng marinen *Chlamydomonas*-

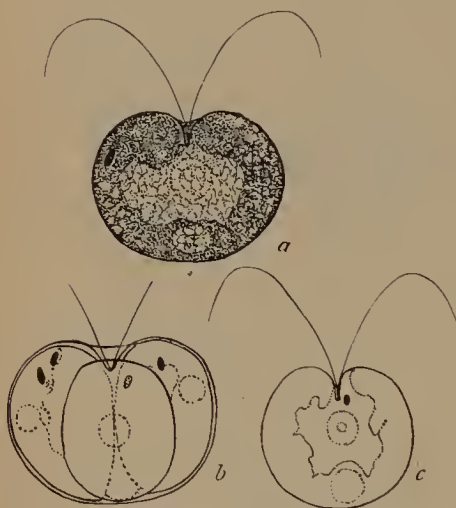


Fig. 135. *Chlamydomonas impressa*.
a vegetative Zelle; b Teilung; c jüngere Zelle.

auch *Carteria*-Formen nahe. Ähnlich gebaut sind ja auch einige Arten der Gattung *Pyramidomonas*, die ja ebenfalls sowohl im Meere wie im Süßwasser lebt. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß auch noch im reinen Süßwasser solche vorne vertiefte *Chlamydomonas*-Arten leben.

7. *Chlamydomonas nivalis* Wille (*Sphaerella nivalis* [Bau] Sommerfelt, *Protococcus nivalis* Agardh — *Palmella nivalis* Hooker — *Coccochloris nivalis* Sprengel — *Hygginum nivale* Perty — *Gloiococcus Grevillei* Shuttleworth — *Disceraea nivalis* Vogt — *Chlamydococcus nivalis* A. Braun) (Fig. 136). Zellen ellipsoidisch bis breit-eiförmig, basal und vorne breit abgerundet oder nur basal breit abgerundet. Membran meist sehr derb, oft gleichmäßig um die ganze Zelle verdickt und geschichtet oder nur basal verdickt ohne deutliche Papille. Manchmal abstehend. Protoplast vorne mit leichter Plasmapapille und zwei ungefähr körperlangen Geißeln. Chromatophor topförmig, meist durch den großen Gehalt der Zelle an Hämatochrom

verdeckt. In der stark verdickten Basalpartie das Pyrenoid. Zentral (?) der Kern. Vorne die beiden kontraktile Vakuolen. Die Existenz eines Stigmas ist nicht sichergestellt; möglicherweise fehlt es. Teilung im beweglichen Stadium: zur Querteilung modifizierte Längsteilung. Gameten nicht beobachtet. Als Zygoten werden kugelige bis kurz ellipsoidische Zellen angesprochen mit rotem hämatochromreichen Inhalte und farbloser, zweischichtiger Membran, deren äußerste (?) ziemlich regelmäßig warzige Skulptur hat¹⁾.

Bewegliches Stadium selten. Normale Ausbildung: derbwandige, runde bis ellipsoidische Zellen mit geschichteter glatter



Fig. 136. *Chlamydomonas nivalis*. 1—8 Teilung der unbeweglichen Stadien; 9, 11, 13 bewegliche Stadien mit verschieden mächtig ausgebildeter Hülle; 10 und 14 abnorme Akineten (nach Chodat).

Membran. Ihre Genese nicht ganz klar, entweder handelt es sich um Akineten, d. h. bewegliche Zellen, deren Membran sich unter Geißelverlust sehr stark verdickt hat und auf diese Weise Dauerstadien bildet. Oder aber um Aplanosporen; dadurch entstanden, daß der Protoplast sich innert der Membran der beweglichen Zelle zusammenzieht und mit einer dicken Haut umgibt. Das ist noch genau zu prüfen.

Jedenfalls haben diese Dauerstadien das Vermögen der Teilung und sie bilden dadurch, daß innert der derben, glatten Membran der Zellinhalt in vier Teile zerfällt und sich jeder Teil wieder durch die Bildung einer derben, glatten Haut zu einer Spore umwandelt, Anhäufungen roter, derbwandiger

1) *Chlamydomonas nivalis* bedarf einer neuen eingehenden morphologischen Untersuchung, auf Grund welcher erst eine genaue Beschreibung gemacht werden kann.

Zellen, die das Stadium darstellen, in dem *Chlamydomonas nivalis* den bekannten roten Schnee bildet.

Diese Teilprodukte brauchen sich aber nicht zu Sporen umzuwandeln; sie können auch die Geißeln ausbilden und dann unter Aufreißen der Membran als zweigeißelige Schwärmer frei werden und zu beweglichen *Chlamydomonas*-zellen heranwachsen, sind dabei die erste Zeit noch rot, verlieren aber innert weniger Teilungsgenerationen das Hämatochrom und werden grün, können aber jederzeit wieder in das derbhäutige Stadium übergehen.

Länge der beweglichen Zellen 16–26 μ , meist 20–26 μ (?), Breite 14–20 μ ; Durchmesser der roten, glatten Zellen sehr schwankend 15–25 μ ; Durchmesser der Zygoten nach Wille 20–34 μ .

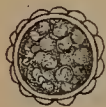


Fig. 137.
Chlamydomonas
nivalis. Cysten
(nach Wille).

In der nivalen Region der Berge wie auch der Polarregion sehr verbreitete Alge, die im Vereine mit anderen Arten der Gattung (*Chl. alpina*) die Erscheinung des roten Schnees hervorruft, die nur eine Massenvegetation unter günstigen, ungestörten Bedingungen darstellt, während einzelne Zellen dort wohl allenthalben verbreitet sind.

In der Morphologie der Art ist manches unklar und bedarf der Nachprüfung, einiges wurde schon in der Diagnose berührt. Nicht ausgemacht ist die Zusammengehörigkeit der meist miteinander erwähnten Stadien; vor allem die Zugehörigkeit der warzigen Zygoten ist nicht sicher erwiesen. Auch die Gencse der Dauerstadien, ihr Zusammenhang mit den beweglichen Stadien und die Morphologie dieser selbst (Membranbildung) sollte noch einmal untersucht werden.

Chlamydomonas nivalis gehört einer Gesellschaft von Organismen an, die als Kytoplankton bezeichnet werden, ein nicht sehr glücklicher Ausdruck, der aber üblich geworden ist. Zu diesem Kryoplankton, dessen Zusammensetzung nicht gleich ist, gehören Cosmarien, von Protococcalen ein *Raphidium* resp. *Raphidonema*, Scotiellen, pleurococcoide Formen, ferner Bakterien (gelbe) und auch wie ich aus Proben aus der Schweiz sah, kleine, sehr blassc Blualgen unbestimmbaren Charakters, die mehr bräunlich waren und einzelne Zellen oder kleine zwei oder vierzellige Zellpakete lieferten.

Alle diese Algen haben unter dem Mangel an stickstoffhaltigen Substanzen zu leiden und damit hängt auch die reiche Ausbildung von Hämatochrom bei manchen Formen zusammen, die unter den gleichen Umständen auch bei einer Reihe anderer Flagellaten (Euglenen, *Haematococcus*) vorkommt.

Eine andere Frage ist die, ob alle als *Chlamydomonas nivalis* bezeichneten Formen tatsächlich eine einheitliche Art bilden, abgesehen von den im nachstehenden behandelten von Lagerheim beschriebenen Arten. Es werden sich auch morphologische (vielleicht rassenmäßige) Unterschiede beim Vergleich größeren Materiales ergeben.

In Mitteleuropa nur aus der nivalen Region der Alpen; wohl verbreitet, doch nur seltener größere Flächen resp. Streifen bildend¹⁾.

Es scheint mir am Platze zu sein, hier auf die seinerzeit von Lagerheim beschriebenen Algen des roten Schnees kurz einzugehen, die er in allerdings nicht sicher deutbaren Stadien beschrieben hat. Die Volvocalen-Schneeflora Mitteleuropas hat noch keine durchgreifende Bearbeitung gefunden und ich vermute, daß die von Lagerheim auf dem Pinchincha (Hochland von Ecuador) gefundenen Formen auch bei uns vorkommen. Lagerheim beschreibt Stadien von drei Organismen, die wahrscheinlich zu *Chlamydomonas* gehören:

Chlamydomonas sanguinea Lagerheim (unvollständig bekannt) (Fig. 138a—g). Kugelige, dünn- und hellwandige Zellen von verschiedener Größe (8—40 μ im Durchmesser), die einen blutroten Inhalt haben und

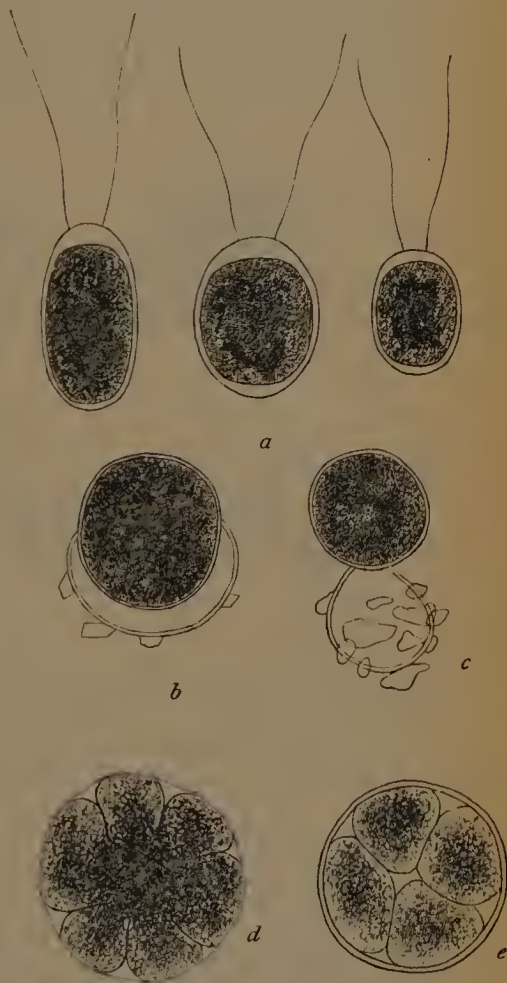


Fig. 138. *Chlamydomonas*.
a—e *Chl. sanguinea* (nach Lagerheim).

1) Es sei hier noch auf eine andere Flagellate hingewiesen, die ebenfalls die Erscheinung roten Schnees hervorrufen kann, die aber nicht zu den Volvocalen sondern zu den Dinoflagellaten gehört und die zur Zeit, als das Dinoflagellatenheft der Süßwasserflora erschien, noch nicht beschrieben war: *Glenodinium Pascheri* Suchlandt, das auf körnigem Schnee lange und ziemlich breite rotbraune Streifen erzeugte. Vergleiche die in den Berichten der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. 34, S. 242—249, Taf. III wiedergegebene ausgezeichnete Photographie solcher Streifen roten Schnees.

außen, wie es kleine anhaftende (?) Partikelchen zeigen, wahrscheinlich verschleimt sind. Membran zweischichtig. Der Inhalt der Zellen tritt, umgeben von der inneren Schicht der Membran, heraus, durch Teilungen bilden sich bis 32 kleine ovale Zellen, die sich mit einer dünnen Membran umgeben. Diese Tochterzellen werden frei, runden sich ab und wachsen. Der weitere Entwicklungsgang ist nicht klar. Sie scheinen einen mehr sternförmigen Chromatophoren zu haben. Möglicherweise wachsen sie wieder zu großen Zellen heran, möglicherweise aber wandeln sie sich in ebenfalls beobachtete Schwärmer um, die $26-36\ \mu$ lang, $14-20\ \mu$ breit sind und eine basal und vorne weiter abstehende Membran haben und von ellipsoidischer, vorne und basal abgerundeter Form sind. Die beiden Geißeln treten an ziemlich

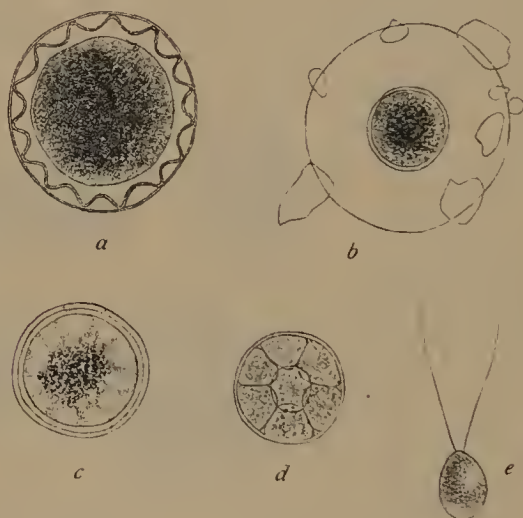


Fig. 139. *Chlamydomonas*. *a* *Chl. asterosperma* Lager; *b* ruhende Zelle einer unbekannten *Chlamydomonas*; *c*—*e* eine andere Form von Lagerheim als var. *nivalis* der *Chl. tingens* bezeichnet (nach Lagerheim).

voneinander abgerückten Stellen des Vorderendes heraus (nach Lagerheim durch undeutlich wahrnehmbare Röhrchen). Die Bewegung ist nicht lebhaft, die Farbe blutrot, ohne nähere Details, bis auf einige Vakuolen und eine zentrale zackige Masse, erkennen zu lassen. Von der *Chlamydomonas nivalis* weicht diese Form durch die breite, vorne nicht verschmälerte Form der Schwärmer und auch durch die andere mehr blutrote Farbe ab.

Von einer anderen Form, die er *Chlamydomonas asterosperma* (Fig. 139a) nannte, beobachtete er nur die derbwandigen, kugeligen Sporen, die mit Zygoten von Chlamydomonaden weitgehende Ähnlichkeit haben und auch von Lagerheim als Zygoten einer nivalen Chlamydomonade angesprochen werden. Die Zellen waren ziegelrot. Neben diesen Zygoten

fanden sich auch unbewegliche, genau kugelige, dünnwandige, Zellen mit ziegelrotem Inhalte und unregelmäßig verdickten Membranen. Bei der Keimung bilden die als Zygoten angesprochenen Zellen durch wiederholte Teilungen eine große Menge kleiner Zellen, die durch ein Loch frei werden und sich mit einer Membran umgeben. Ihre Keimung stimmt demnach mit denen der *Chlamydomonas nivalis* überein. Größe der glatten Zellen 8–24 μ , der Zygoten bis 50 μ .

Von einer dritten Art, die Lagerheim als *Chlamydomonas tingens* var. *nivalis* beschreibt und die Wille in *Chloromonas Pinchichae* (Fig. 149c–e) umbenannte, sah Lagerheim auch bewegliche Stadien. Die unbeweglichen Zellen hatten eine

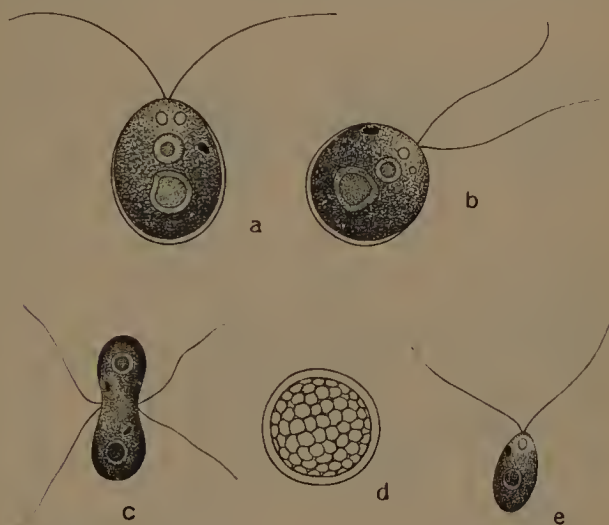


Fig. 140. *Chlamydomonas Reinhardi*. a, b vegetative Zellen; c Kopulation; d Zygote (nach Goroschankin).

doppelte, derbe Membran, waren kugelig, hatten ein grünes Zentrum und einen peripheren Hämatochrommantel. Bei der Teilung wurde die äußere Schicht der Membran abgestreift, der Inhalt teilte sich in bis acht Tochterzellen, die durch Auflösen der dünnen Membran frei wurden und kleine Schwärmer bildeten, von eiförmiger Gestalt, mit zarter, dicht anliegender Haut und zwei zweimalkörperlangen Geißeln. Chromatophor reingrün, ohne Pyrenoid, Zellkern wahrscheinlich in der Mitte. Stigma fehlt. Teilung der Schwärmer im unbeweglichen Zustande zu vier neuen Schwärmern. Die Umbildung der Schwärmer in die derbwandigen Zellen wurde anscheinend nicht beobachtet. Durchmesser der derbwandigen Zellen 24–30 μ . Länge der Schwärmer 14–18 μ , Breite 10–14 μ .

Vergleiche im übrigen die Figuren.

8. *Chlamydomonas Reinhardi* Dangeard (Fig. 140). Zellen kugelig bis ganz kurzellipsoidisch, an beiden Enden breit abgerundet oder vorne kaum merklich verschmälert, Membran zart an-

liegend oder ein wenig abstehend, vorne ohne Papille. Geißeln aus der vorderen kleinen Plasmapipe kommend, ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal so lang als die Zelle. Chromatophor sehr massiv,

basalungemein verdickt, doch nicht in das Lumen vorgewölbt, die basale Hälfte der Zelle ganz ausfüllend, nach vorne gleichmäßig verdünnt; fast ganz nach vorne reichend; basalim verdickten Teile das Pyrenoid (groß und deutlich, manchmal kantig). Das Stigma im vorderen Drittel, ziemlich groß und fast halb kugelig. Im länglichen Lumen der Kern. Vorne die beiden kontraktile Vakuolen. Querteilung. Gametozysten mehr eiförmig bis gestreckt ellipsoidisch, vorne oft spitz, mit hyalinem Vorderende und sehr langen Geißeln. Zygote zuerst noch beweglich, dann schließlich eine derbwandige, außen glatte und rotgefärbte Zygote liefernd, die mit Stärkekörnern erfüllt ist. Zygoten bei der Keimung vier oder acht Tochterzellen bildend, die, zuerst mehr breit-eiförmig, bald zur normalen Form und Größe heranwachsen.

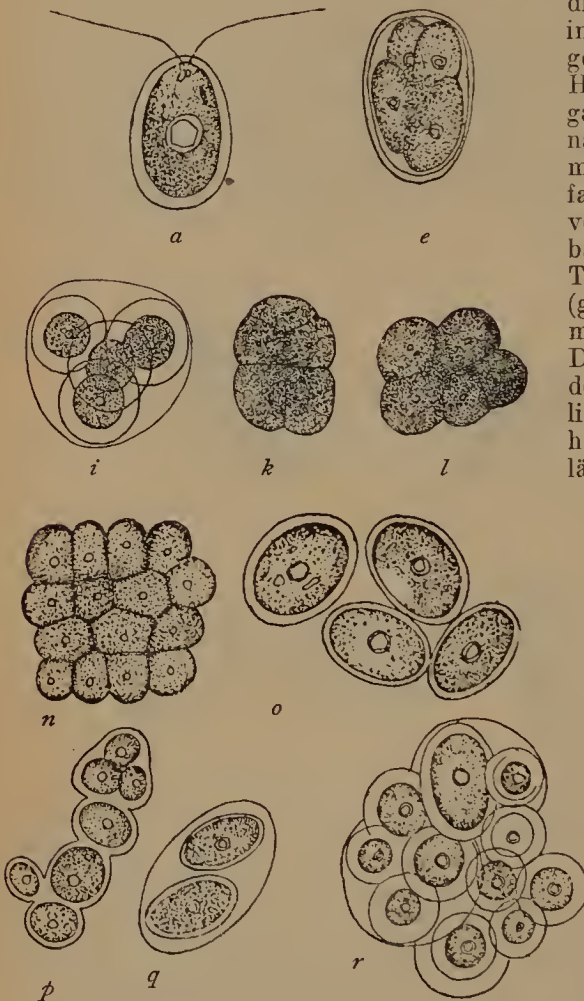


Fig. 141. *Chlamydomonas intermedia*. a vegetative Zelle; e Teilung; i mehr *Gloeocystis*-artiges Stadium; k, l, n andere unbewegliche Stadien protococcoider Form; o, p, q Akineten und Teilungsstadien; r ein anderes *Gloeocystis*-artiges Stadium (nach Chodat).

Länge der ausgewachsenen Zellen $14-22\ \mu$; ebenso breit oder nur ein wenig schmaler. Durchschnittslänge $18\ \mu$. Gameten 8 bis $12\ \mu$ lang. Zygote $12\ \mu$. Sehr verbreitete und dabei eine

der gemeinsten Arten. Oft als *Chl. pulvisculus* angegeben. Eine der häufigsten Ursachen von Grünfärbungen kleiner Wasseransammlungen, die nicht durch Eugleninen verursacht werden.

Es scheinen mehrere einanderstehende Rassen vorzuliegen; eine davon wird kaum 12μ groß.

9. *Chlamydomonas intermedia* Chodat (Fig. 141). Zellen ellipsoidisch, beiderseits breit abgerundet, mit ziemlich fester, doch dünner und abstehender Membran, die vorne keine Papille hat. Chromatophor sehr stark entwickelt, mit einem sehr mächtigen Basalstück, das weit über die halbe Zelle emporreicht und mit einem Pyrenoide, das ungefähr in der Mitte der Zelle zu



Fig. 142. *Chlamydomonas Ehrenbergii*. *a, b* vegetative Zellen; *e* Gamete; *c, d* Kopulation (nach Goroschankin).

liegen kommt; Wandstück des Chromatophoren bis zur Geißelbasis reichend. Stigma vorne gelegen, deutlich und groß, kurzstrieförmig. Geißeln körperlang. Kern vor der Mitte der Zelle. Längsteilung mit Drehung. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation in ihrer Größe sehr stark variierender Gameten. Länge $18-20\mu$. Palmellenstadium beschrieben.

Im Schleime von Algen, doch auch frei gefunden. Im Schleime von *Cylindrocystis Brebissonii*; um Prag, im Hirschberger Großteiche (in Böhmen); vielleicht verbreitete Art.

Chlamydomonas intermedia hat, wie Chodat in einer kleinen Notiz angegeben, in ihrer Größe sehr variierende Gametozoosporen, die relativ miteinander kopulieren; dabei auch zu dreien verschmelzen können. Da die Gameten sich allem Anscheine nach leicht bilden, so stellt *Chl. intermedia*

ein sehr interessantes und wertvolles Studienobjekt dar. Ist rein kultiviert; leider gelang es mir nicht, vom Autor Kulturen zum systematischen Studium der Art zu erhalten.

10. *Chlamydomonas Ehrenbergii* Goroschankin (*Chlamydomonas Morierei* Dangeard (?), *Chlamydomonas pulvisculus* Ehrenberg (?), (Fig. 142–144). Zellen oft unregelmäßig bis schön eiförmig, vorne

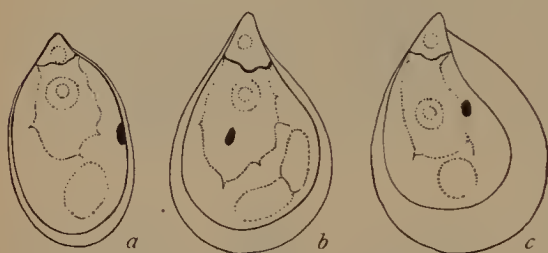


Fig. 143. *Chlamydomonas Ehrenbergii*. Drei verschiedene Zellen.

förmig, vorne verschmälert spitz; oder einseitig eingebogen und dadurch leicht gekrümmt und ungleichseitig entwickelt; immer breit abgerundet. Membran zart aber deutlich, bei einseitig entwickelten Zellen an der Stelle der Konkavität absteehend, mit einer kleinen, doch deutlichen vorderen Papille. Geißeln $1\frac{1}{2}$ –2 mal körperläng. Chromatophor topfförmig, basal stark verdickt, hier das kugelige, manchmal exzentrisch gelegene Pyrenoid, seltener sind zwei oder mehrere Pyrenoide besonders an älteren Individuen vorhanden (sie liegen dicht gehäuft nebeneinander); annähernd in der Mitte oder ein wenig darüber oder darunter



Fig. 144. *Chlamydomonas Ehrenbergii*. a Zygote; b, c, d, e aufeinanderfolgende Stadien der Keimung (nach Goroschankin).

dass sehr deutliche, hellrote Stigma. Kern vor der Mitte der Zelle; im hyalinen vorderen Viertel die beiden kontraktile Vakuolen. Gametozoosporen mehr oder weniger gestreckt eiförmig mit fast doppelkörperlangen Geißeln, nackt oder mit Membran versehen. Oft sehr ungleich. Doch erfolgt die Kopulation ohne bestimmte Regelmäßigkeit in der Größenordnung, so daß von einer morphol. Geschlechterdifferenzierung nicht die Rede sein kann. Bei nackten Gametozoosporen erfolgt die Kopulation seitlich, bei behäuteten von vorne oder seitlich. Zygote kugelig mit derber, grubig skulpturierter äußerer Schicht, so daß sie wie mit feinen Wärzchen bedeckt erscheint.

Zellen lang: 14–26 μ , Gametozoosporen 8–11 μ lang. Zygote 12–16 μ im Durchmesser.

Sehr häufige Art; oft an unglanblich verunreinigten Stellen. Ob die von Jacobsen und Artari studierte Formen hierher gehören, erscheint mir sehr fraglich.

Chlamydomonas Ehrenbergii ist sicher inhomogen und setzt sich aus derzeit nicht näher verwandten, morphologisch einander nahe kommenden Gruppen zusammen.

11. ***Chlamydomonas lismorensis*** Playfair¹ (Fig. 145). Zellen sehr gestreckt-eiförmig, basal breit abgerundet, vorne leicht bogig verschmälert stumpf, seltener (falls es sich um zusammengehörige Formen handelt) mehr walzlich-zylindrisch und beidseits breit abgerundet. Membran sehr zart, ohne vordere Papille. Chromatophor topfförmig, sehr groß, gegen die Basis hin gleichmäßig und sehr stark verdickt mit einem großen Pyrenoide (nach den Angaben Playfairs manchmal fehlend). Chromatophor ganz nach vorne reichend, vorne nur eine ganz kleine helle Stelle freilassend. Stigma im vorderen Viertel gelegen. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen vorne gelegen. Geißeln körperlang. Weitere Angaben fehlen. Länge 8 bis $10\frac{1}{2}$ μ , Breite 3–5 μ .

Australien (Lismore).

Hier scheinen verschiedene Arten, kombiniert zu sein: die walzlichen Formen haben bestimmt nichts mit der typischen Form zu tun.

Sonst ist die Art durch ihre gestreckt eiförmige Form so gut charakterisiert, daß sie erkannt werden kann und sie läßt sich leicht von den anderen ebenso kleinen Formen scheiden. Die Angabe, daß das Pyrenoid manchmal fehlen kann, erklärt sich vielleicht damit, daß das oft undeutliche Pyrenoid bei kleinen Formen oft nicht immer sicher erkannt werden kann. Vielleicht wird nach der Teilung das Pyrenoid erst spät ergänzt.

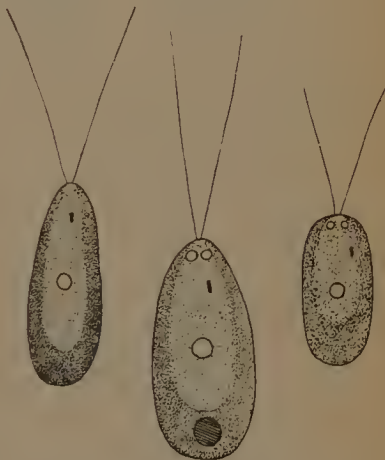


Fig. 145. *Chlamydomonas lismorensis*. Auch Zellen des Pyrenoid nicht eingezeichnet (nach Playfair).

12. ***Chlamydomonas coniformis*** Pascher (Fig. 146). Zellen fast kegelförmig; basal sehr breit, fast flach abgerundet, nach vorne fast kegelförmig, fast geradlinig und nur wenig bogig verschmälert; vorne stumpf; mit zarter, enganliegender, seltener basal etwas abstehender Membran, die vorne keine Papille hat. Geißeln über körperlang. Chromatophor bis zur Hälfte der Zelle vorgezogen, mit sehr ungleich lappigem Rande, fast schüsselförmig vertieft und wegen seiner Kürze und Breite kaum krug- oder topfförmig. Pyrenoid eines, annähernd in der Mitte des Chromatophoren; vielleicht gelegentlich mehrere. Kern zentral in der Zelle, Vakuolen zwei, vorne gelegen. Stigma fehlt. Ausgesprochene Längsteilung. Geschlechtliche

Fortpflanzung, Palmellen und Cysten nicht beobachtet. Länge 14–16 μ , Breite 8–13 μ .

Einmal unter Diatomen in einer Schlammprobe aus Böhmen.

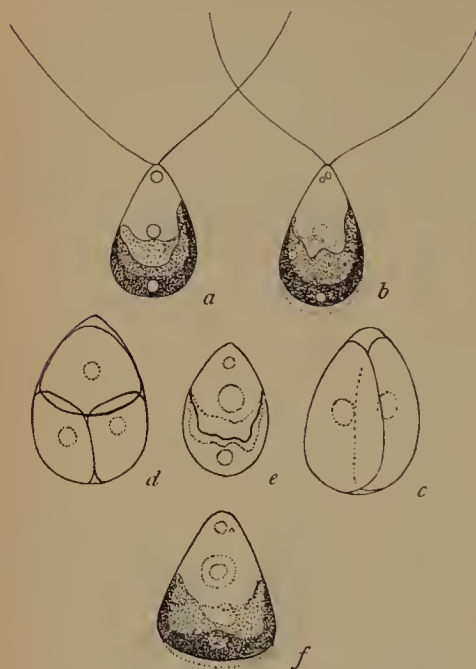


Fig. 146. *Chlamydomonas coniformis*. a, b, f vegetative Zellen; c, d Teilungsstadien; e junge Zelle.



Fig. 147. *Chlamydomonas lagenula*. a, b vegetative Zellen; c Teilungsstadien.

13. *Chlamydomonas lagenula* Pascher (Fig. 147). Zellen kugelig, flaschenförmig, d. h. basal stark kugelig, und breit abgerundet, im vorderen Drittel aber sehr stark verschmälert und in ein mehr kegelförmig-walzliches, stumpfes Vorderende ausgezogen. Membran zart, basal und an den Seiten oft abstehend, vorne ohne Papille. Geißeln über körperläng. Chromatophor hohlkugelig-topfförmig, das verschmälerte Vorderende freilassend, mit einem oder mehreren tiefen Längsrissen, auch sonst gelappt; nicht sehr dick; basal ein

rundliches Pyrenoid. Kein Stigma. Kern sehr weit vorne gelegen (in der einen Fig. a zu tief gezeichnet). Vakuolen am Grunde der Verschmälierung oder mehr vorne. Teilung der Länge nach, mit nachfolgender Querlagerung, vier Tochterzellen liefernd. Bei der Teilung verschwindet das Pyrenoid; es wird an den Tochterzellen erst nach dem Austreten entwickelt, fehlt also häufig an jungen Zellen. Andere Stadien nicht beobachtet. Länge der Zellen: 15–22 μ , Breite: 8–16 μ .

In geringer Zahl aus einem Altwasser der Traun bei Ischl (Ober-Österreich).

14. *Chlamydomonas subasymetrica* Pascher (Fig. 148). Zellen mit ausgesprochener Breit- und Schmalseite. Von der Breit-

seite ei-elliptisch, vordere Verschmälerung nur ganz schwach; von der Schmalseite gestreckt eiförmig. In beiden Ansichten basal breit abgerundet, vorne in der Breitseite ebenfalls fast abgerundet stumpf, von der Schmalseite einfach stumpf. Membran sehr zart, ohne vordere Papille. Geißeln zwei, nicht nah einander inserierend, kaum körperlang. Chromatophor topfförmig, sehr weit nach vorn reichend. Basale Verdickung nicht unvermittelt; hier etwas gegen die eine Breitseite verschoben, das Pyrenoid. Wandstück anscheinend allmählich auskeilend. Von der Schmalseite gesehene Zelle

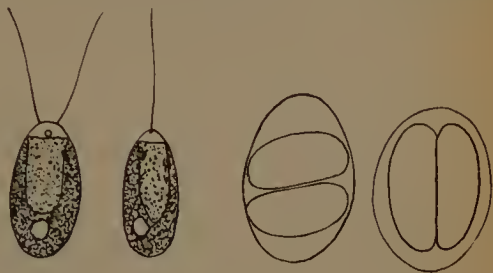


Fig. 148. *Chlamydomonas subasymetrica*. *a* Zelle von der Breit-, *b* von der Schmalseite; *c*, *d* Teilungsstadien.

durch die erwähnte Verschiebung des Pyrenoids auf die eine Breitseite leicht unsymmetrisch. Stigma im vorderen Viertel, klein. Kern wahrscheinlich annähernd in der Mitte. Teilung der Länge nach angelegt, mit Querdrehung der Tochterzellen. Andere Stadien nicht beobachtet. Länge der Zellen 6–7 μ , Breite 4 μ .

Aus Reinkulturen des Dr. F. Mainx.



Fig. 149. *a* *Chlamydomonas conica* (nach Dangeard). *b* Form mit Papille; unsicher, ob mit der Dangeardschen Spezies identisch.

15. *Chlamydomonas conica* Dangeard (Fig. 149*a*). Zellen breit verkehrt eiförmig, bis fast verkehrt kegelförmig, mit sehr zarter Membran ohne Hautwarze und zwei körperlangen Geißeln, vorne fast flach abgerundet, gegen das Ende fast gradlinig, kegelförmig verschmälert und basal stumpf. Chromatophor sehr groß, mit sehr dickem, bis über die halbe Zelle emporgehenden Basalstück und einem vorne zur Geißelbasis zu-

sammen neigenden Wandstück, das allmählich verdünnt wird. Lumen der Zelle dadurch im optischen Schnitte fast kreisrund. Anscheinend, da Angaben darüber fehlen, ohne Stigma. Pyrenoid im verdickten Basalstücke, mit schalenförmigen Stärkестücken. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Über Teilung, Aplanosporen und Palmellen liegen nach Wille keine Angaben vor, ebensowenig über geschlechtliche Fortpflanzung. Länge ca. 20 μ (nach der Figur bei Wille), nicht ganz doppelt so lang als breit.

Im Gebiete in der von Dangeard beschriebenen Form bis jetzt nicht beobachtet.

Dagegen sah ich einmal Formen (Fig. 149b), die der Dangeardschen Figur sehr nahe kommen. Sie hatten eine ausgesprochen verkehrt eiförmige Gestalt, waren vorne halbkugelig abgerundet und nicht so abgeflacht; infolgedessen war die Zelle weniger kreiselförmig. Der Chromatophor hatte dieselbe Gestalt wie bei *Chl. conica*, hatte aber ein vor der Mitte der Zelle gelegenes großes elliptisches Stigma. Das Lumen des Chromatophoren war gleich. Die zarte Membran hatte aber vorne eine winzige Papille. Die Zellen waren 18–25 μ lang, 14–17 μ breit. Teilung und andere Stadien kamen nicht zur Beobachtung. Ich vermag nicht zu sagen, inwieweit sich die Verschiedenheiten durch die nicht ganz vollständige Beschreibung Dangeards oder aus tatsächlichen Unterschieden ergeben.

Die papillöse, stigmatisierte Form stammte aus Holstein, (Wiesentümpel bei Haffkrug an der Lübschen Bucht).

16. *Chlamydomonas pteromonoides* Chodat (Fig. 150). Zellen ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet. Membran weit und an



Fig. 150. *Chlamydomonas pteromonoides* (nach Chodat).

allen Stellen annähernd gleich weit vom Protoplast absteckend, ohne Papille. Protoplast ellipsoidisch bis leicht verkehrt eiförmig; vorne mit einer deutlichen, kleinen Plasmapipe, aus der die annähernd körperlangen Geißeln kommen. Chromatophor topfförmig, fast ganz nach vorne reichend, mit sehr starkem Basalteile, der sich aber in radiäre, peripher sich verbreiternde, sich verzweigende und auch wieder

untereinander in Verbindung tretende Teile auflöst, die sich im unteren Drittel um das in der Mitte gelegene Pyrenoid zu einer geschlosseneren Masse vereinigen. Stigma deutlich, in der Mitte oder vor der Mitte gelegen. Zwei kontraktile

Vakuolen vorne. Andere Stadien nicht beobachtet. Länge 21–25 μ , Breite 14–18 μ ; Hülle bis 5 μ abstehend.

Alpengarten Linnaea (Schweiz).

17. *Chlamydomonas rotula* Playfair (Fig. 151). Zellen breit ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet; mit zarter Membran ohne Papille. Chromatophor in radiär stehende, nach außen hin keilförmig verbreiterte, kegelförmige Teile aufgelöst, die mit ihrem dünneren Ende einem zentralen kugeligen Pyrenoid aufsitzen, an der Peripherie mit einer länglichen oder kreisförmigen Fläche enden und zwischen sich große helle Räume lassen. Ohne Stigma. Länge 19–21 μ , Breite 15 μ , Pyrenoid 5 μ groß.

Lismore (Australien). Ganz unvollständig und in Widersprüchen beschriebene, aber durch ihren Chromatophoren erkennbare Art.



Fig. 151.



Fig. 152.

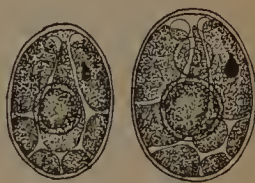


Fig. 153.

Fig. 151. *Chlamydomonas rotula* (nach Playfair).

Fig. 152. *Chlamydomonas polydactyla* (nach Chodat).

Fig. 153. *Chlamydomonas sectilis* (nach Korschikoff).

18. *Chlamydomonas polydactyla* Chodat (Fig. 152). Zellen schön eiförmig, basal breit abgerundet, vorne stumpf ohne Papille. Membran ziemlich derb, anscheinend manchmal basal mehr als vorne abstechend. Über die Geißeln werden keine Angaben gemacht. Chromatophor in seiner Mächtigkeit anscheinend sehr schwankend, topfförmig; mit geringerem oder stärkerem, manchmal nur als kleiner Napf, manchmal bis zur halben Zellhöhe entwickeltem Basalteil, der sich nach vorne in eine Reihe schmaler, in ihrer Länge sehr verschiedener, manchmal bis ganz nach vorne reichender Streifen auflöst, die ungleiche Ränder haben, manchmal spitz enden und anscheinend auch stellenweise untereinander verbunden sein können. Pyrenoid im basalen Teile, Stigma im vorderen Drittel. Kern in der vorderen Zellhälfte. Teilung und andere Stadien nicht beobachtet. Zellen 14–18 μ lang, 10–11 μ breit.

Bis jetzt nur in großer Höhe (Alpengarten Linnaea) gefunden.

19. *Chlamydomonas sectilis* Korschikoff (Fig. 153). Zellen ellipsoidisch, bis stark eiförmig. Membran zart, ohne vordere Papille, anliegend. Der ursprünglich topfförmige Chromatophor in nicht sehr zahlreiche, verschieden gestaltete, bis auf kleine, schmale Zwischenräume zusammenschließende Platten, die nach innen zu vorspringen, zerteilt. Diese Platten sind, besonders gegen die vordere Zellhälfte zu, größer und unregelmäßiger

und vorgezogen. Chromatophor krugförmig, mit einem großen basalen Pyrenoid und einem ebenfalls fast basalen (im hinteren Drittel gelegenen) länglichen Stigma. Zellkern annähernd zentral. Geißeln körperlang.

Länge 14–16 μ , Breite 12–13 μ (Fig. 155).

Aus einer Probe von Uibat (Sibirien).

Unsichere, unvollständig beschriebene Art.

22. *Chlamydomonas umbonata*

Pascher (Fig. 156). Zellen kugelig, im vorderen Viertel fast geradlinig in eine sehr niedere, doch sehr deutliche Spitze auslaufend, die die Kugelform aber kaum verändert. Membran derb, nach vorne in die erwähnte, sehr breite und niedere Spitze verdickt, ohne aber eine scharf abgesetzte Papille zu bilden. Protoplast mit einer deutlichen Papille in diese verdickte Membranecke hineinragend. Geißeln ziemlich weit

voneinander eingefügt, fast zweimal körperlang. Chromatophor sehr kräftig, topfförmig. Basalstück sehr kräftig, fast bis zur halben Zellhöhe reichend, fast geradlinig gegen das Innere abgegrenzt, stumpfkegig in das fast geradlinig verschmälerte, bis zur Geißelbasis reichende Wandstück übergehend. Pyrenoid axial im verdickten Basalstücke. Stigma knapp über der Zellmitte. Kern in der vorderen

Zellhälfte. Kontraktile Vakuolen vorne. Längsteilung. — Zellen 7–16 μ im Durchmesser, meist 10–15 μ .

Aus Kulturren (Dr. Mainx).



Fig. 156.

Chlamydomonas umbonata.

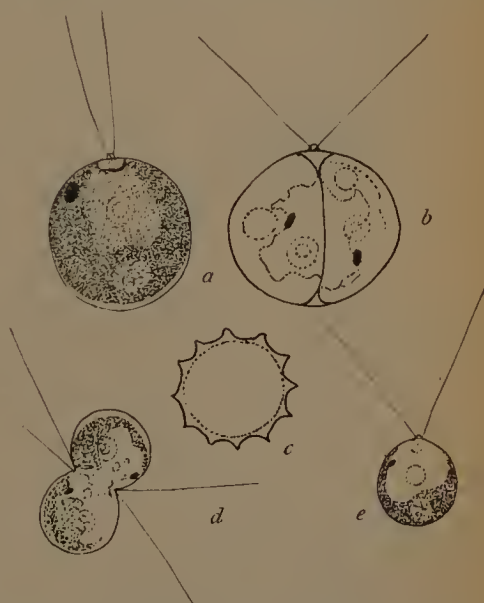


Fig. 157. *Chlamydomonas simplex*. a vegetative Zelle; b Teilung; c Zygote; d Kopulation; e Gamete.

Diese *Chlamydomonas*-Art kommt in der Art ihrer Zuspitzung der *Carteria Fritschii* nahe. Es gibt übrigens noch mehrere unbeschriebene, ähnlich umbonate *Chlamydomonas*-Formen.

23. *Chlamydomonas simplex* Paseher (Fig. 157). Zellen kugelig, kaum jemals irgendwie länglich. Membran sehr zart, basal oft etwas abstehend, nach vorne in eine sehr kleine stumpfe, scharf abgesetzte Papille verdickt. Mit zwei körperlangen



Fig. 158.

Chlamydomonas epiphytica (nach G. M. Smith).

Geißeln. Chromatophor topfförmig, etwas ungleich dick, basal stärker verdickt, hier das kugelige, bis etwas längliche Pyrenoid. Chromatophor im vorderen Viertel das relativ große, längliche Stigma tragend und fast bis zur Papille reichend. Kern etwas vor der Mitte. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung der Länge nach, oft nur zwei Tochterzellen liefernd. Diese zunächst nicht ganz kugelig, oft etwas verbreitert. Gametozooten zu vieren gebildet, von den vegetativen Schwärmern kaum zu unterscheiden: kugelig eiförmig, basal breit abgerundet, nach vorne ganz leicht verschmälert stumpf, mit einer niedrigen, aufgesetzten Papille. Chromatophor oft seitlich verlagert und unregelmäßig. Oft ohne deutliches Pyrenoid (vielleicht tatsächlich manchmal fehlend), behäutet. Stigma an ihnen klein, punktförmig, vorne. Geißeln bis zweimal körperlang. Kopulation von den Spitzen aus beginnend; die Membranen werden während der Kopulation abgestreift. Gameten sehr verschieden groß, ohne das irgendeine morphol. fixierte Heterogamie vorliegt. Die leeren Membranen bilden keine äußere Hülle um die Zygote, sie verkleben auch nicht miteinander. Zygozooten sehr lange beweglich, einer *Carteria* auffallend ähnlich sehend; plötzlich sporulierend. Sporulation innerhalb einiger Minuten bis zur bereits zweischichtigen Membran vorge-schritten. Zygoten später mit spitzigen, kegelförmigen Warzen skulpturiert. Keimung nicht beobachtet.

Die Zellen sind 12–21 μ groß, (durchschnittlich 15–19 μ). Gameten 7–12 μ lang. Zygote im reifen Zustande 14–16 μ im Durchmesser.

Anscheinend verbreitete Art, die ich wiederholt sah.

Holstein, Oberösterreich. In stark verschmutzten Gräben und Tümpeln. Möglicherweise stellt sie einen Teil der so unklaren *Chlamydomonas pulvisculus* dar.

24. *Chlamydomonas epiphytica* G. M. Smith (Fig. 158). Zellen sehr breit birnförmig; basal fast kugelig nach vorne rasch in die kurze Papille zusammengezogen. Membran zart aber sehr deutlich, mit Papille. Geißeln bis dreimal körperlang. Chromatophor breit topfförmig, nach vorne bis zur Papille

reichend; basal sehr stark verdickt und nach innen vergewölbt, nach vorn allmählich verdünnt. Pyrenoid in der basalen Verdickung. Stigma im vorderen Viertel, sehr deutlich. Vermehrung, Fortpflanzung und Cysten nicht beobachtet, dagegen ein unbewegliches Stadium mit oder ohne Geißeln.

In den Gallerthüllen einer *Microcystis*-Art bildend. Länge 8–9 μ , Breite 7–8 μ .

Als Euplanktont in den Seen Wisconsin, auch als unbewegliche Form in den Gallertthüllen der genannten Blaualge. Ich konnte fast die gleiche Form auch an unseren Microcysten beobachten, sie war hier nur unbedeutend kleiner, was aber auf Eichungsdifferenzen des Mikrometers zurückgehen kann.

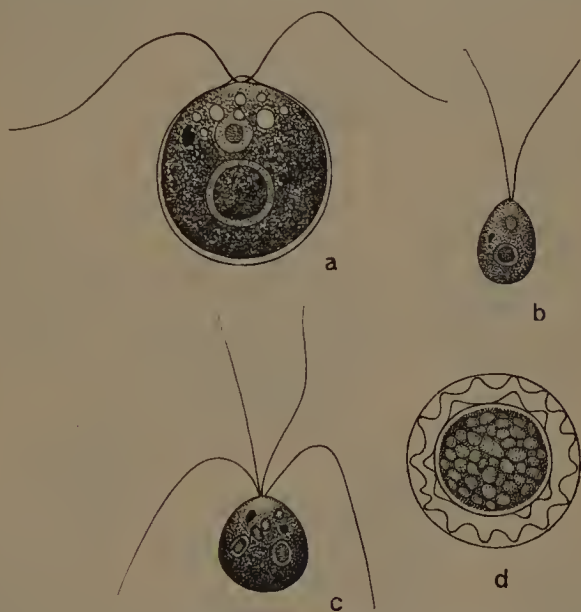


Fig. 159. *Chlamydomonas Pertyi*. a vegetative Zelle; b Gamete; c Zygozoospore; d Zygote (nach Goroschankin).

25. **Chlamydomonas Pertyi** Goroschankin (Fig. 159). Zellen kugelig oder ganz schwach, eben merklich, länger als breit und auch dann beidseits abgerundet, mit dünner, doch doppelt konturierter Membran, die vorne eine große, flache, stumpfe Warze trägt und zwei Geißeln, die bis doppelt körperlang sind. Chromatophor ungemein massiv, topfförmig und basal auffallend verdickt und mehr als die halbe Höhe der Zelle ganz ausfüllend, sein Lumen daher nur sehr klein. Chromatophor mit seinem rasch verdünnten Rande fast bis zur Papille reichend. Augenfleck sehr groß, in der vorderen Hälfte fleckförmig, manchmal unregelmäßig begrenzt. Zellkern im kleinen Lumen. Vorne eine größere Zahl (immer mehr als zwei, meist 5–8), meist sehr große Vakuolen. Pyrenoid basal, kugelförmig, oft sehr groß. Gametozoosporen relativ groß, mehr ellipsoidisch

eiförmig, also gestreckter als die einzelnen Zellen, mit Membran; diese aber bereits vor der Kopulation verlierend. Zygote noch eine Zeitlang beweglich, schließlich eine hellrote Zygosporie mit dreischichtiger Membran bildend, deren äußere kegelförmige Warzen bildet, so daß die Zygote sternförmig aussieht. Vegetative Zellen 22–40 μ , meist 28–30 μ lang. Gametozosporen 12–18 μ . Zygoten mit der Membran 20–26 μ .

Palmellen beobachtet.

Rußland. Einmal aus Sümpfen um Braunschweig (Riddagshausener Teiche von mir gesehen).

26. *Chlamydomonas pseudopertyi* Pascher (Fig. 160). Zellen kugelig mit relativ zarter, doch deutlicher Membran, die vorne eine bis halbkugelige, nicht scharf abgesetzte Papille hat. Chromatophor topfförmig, basal nicht sehr stark verdickt, kaum bis nach vorne reichend, sondern mit dem unregelmäßig wellig leicht gelappten Rande mehr als bei anderen Arten vom Vorderende der Zelle hyalin lassend. Pyrenoid basal, rund. Stigma vorne; relativ groß, zweispitzig. Kern in der Mitte. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Längsteilung, oft auch die zweite Teilung ohne Drehung verlaufend. Tochterzellen mehr ellipsoidisch manchmal fast leicht verkehrt eiförmig. Papille an ihnen deutlich. Gameten zu vier, seltner zu acht gebildet, ellipsoidisch, bis leicht verkehrt eiförmig, auffallend plump, mit deutlicher Papille und fester Membran. Chromatophor an den Gameten in seiner Ausbildung ungemein schwankend: oft bis vorne reichend, oft nur als basale Mulde vorhanden und dann mit sehr ungleichen Rändern versehen. Im vorderen Rande das Stigma. Basal das Pyrenoid. Während der Kopulation der übrigen an Größe sehr schwankenden Gameten wird die Membran der Gameten nicht völlig abgestreift. Zygote kugelig, glattwandig meist in Gallertschichten eingehüllt, die wahrscheinlich einerseits durch Verquellung der Außenmembran der Zygote, andererseits auch durch die zum Teil verquellenden Membranen der Gameten entstanden sind. Die Gametenmembranen bilden infolge des frühzeitig einsetzenden Verquellungsprozesses keine so scharf differenzierten Membranen um die Zygote wie z. B. bei *Chlamydomonas Braunii*, sind aber immer zum Teile noch als Öhrchen zu sehen. Durchmesser der vegetativen Zellen 12–27 μ , Gameten bis 11 μ lang; Zygoten ohne Hülle bis 14 μ im Durchmesser, später an Größe sehr zunehmend.

Aus Kulturen mit Algen, die aus Hirschberg i. B. stammten, auf Agar eine Zeitlang gezüchtet. Bildet auf Agar relativ derbschleimige Massen. Zwischen dieser Art und *Chlamydomonas ovalis* konnten Heterozygoten erzielt werden.

Chlamydomonas pseudopertyi sieht der *Chl. Pertyi* sehr ähnlich. Sie ist aber immer kleiner, hat nur zwei kontraktile Vakuolen, außerdem weichen die Gameten und Zygoten sehr voneinander ab. Bei *Chl. Pertyi* sind die Gameten mehr eiförmig und verlieren die Membranen vor der Kopulation, während die Zygoten eine sternförmig warzige Membran haben. Von den anderen ähnlichen kugeligen *Chlamydomonas*-Arten unterscheidet sich *Chl. pseudopertyi* schon durch die deutliche stumpfe und nicht abgestutzte Papille.

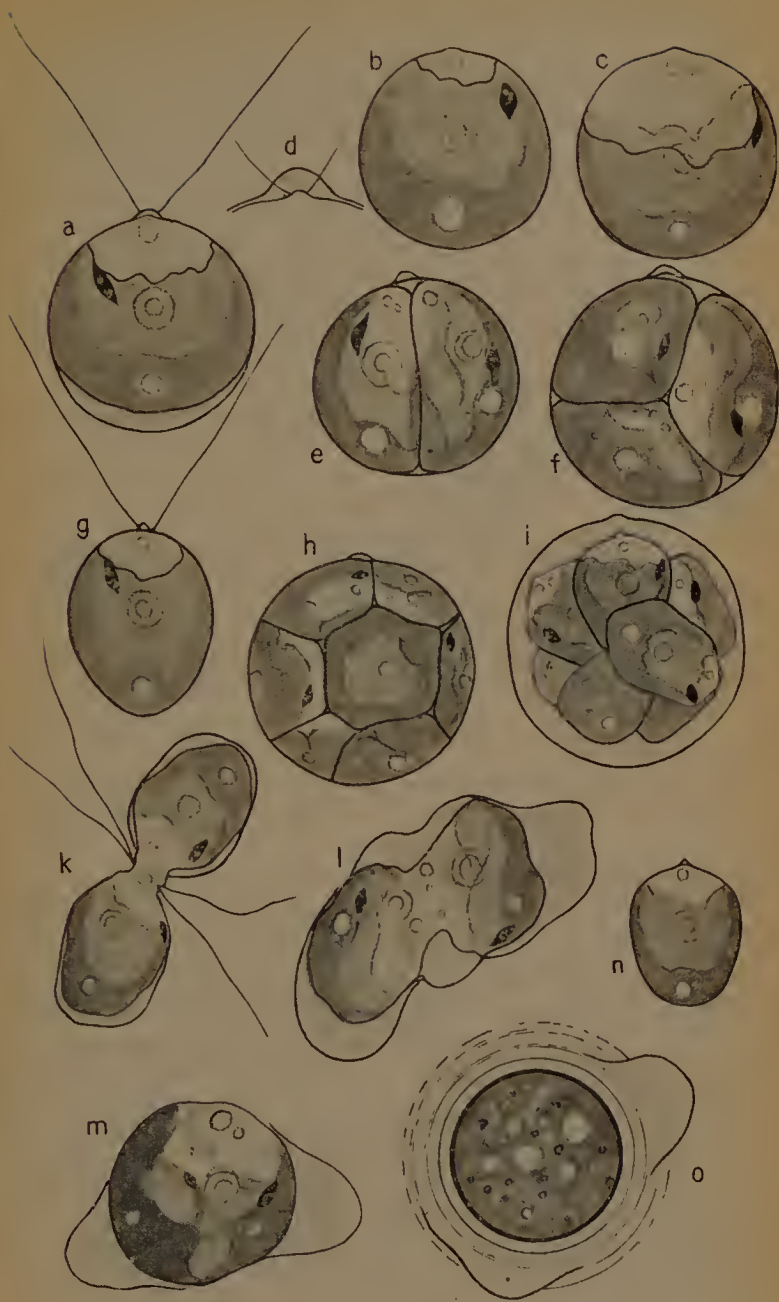


Fig. 160. *Chlamydomonas pseudopertyi*. *a, b, c* drei Zellen mit verschieden groß entwickelten Chromatophoren; *d* Membranpapille mit Geißelaustritt; *e, f* Teilung; *g* Zoospore; *h* Gametenbildung; *i* Gameten kurz vor dem Austritte; *k* beginnende Kopulation; *l* vorgeschrittene; *m* fast abgeschlossene Kopulation; *n* Gamete; *o* unreife Zygote.

27. *Chlamydomonas proboscigera* Korschikoff (Fig. 161a, b). Zellen zumeist kugelig, in der Jugend kurz und breit eiförmig. Membran zart, anliegend, vorne in eine breite, niedrige, nicht scharf abgesetzte, vorne aber breit und fast gerade abgestutzte Papille verdickt. Geißeln annähernd körperlang. Chromatophor topfförmig, bis zur Papille reichend; basale Verdickung fast bis zur Mitte der Zelle gehend. Wandstück gleichmäßig dick und nicht dünn ausgehend, basale Verdickung fast geradflächig begrenzt. Pyrenoid basal, groß, kugelig. Stigma groß, fleckförmig, breit elliptisch, etwas über der Mitte. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung der Länge nach. Zoogameten zu vierten gebildet, sich von vegetativen Tochterzellen in nichts unterscheidend. Bei der Kopulation bilden die Gameten kleine Plasmafortsätze, mit denen die Fusion des Protoplasten beginnt.

Reife Zygoten nicht beobachtet. Länge 20 μ , Breite 18 μ .
Aus Rußland: Charkow.

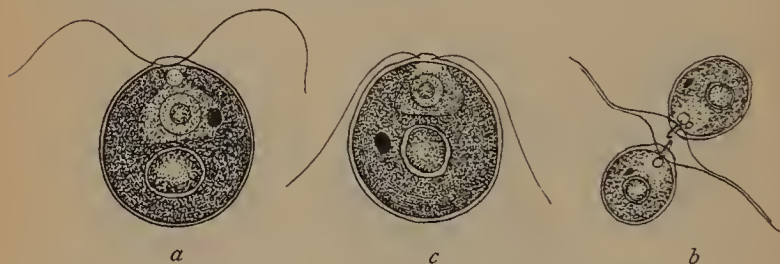


Fig. 161. a, *Chlamydomonas proboscigera*; b beginnende Kopulation; c *Chlamydomonas conferta* (nach Korschikoff).

28. *Chlamydomonas conferta* Korschikoff (Fig. 161c). Zellen kugelig. Mit ziemlich dicker, anliegender Membran, die vorne in eine kleine, nicht scharf abgesetzte, stumpf abgestutzte Papille verdickt ist. Geißeln körperlang. Chromatophor topfförmig mit überaus mächtigem Basalstücke, das weit über die Mitte der Zelle hinaus bis zum vorderen Drittel der Zelle verdickt ist. Hier ein großes, rundes Pyrenoid. Daneben das rundliche, relativ große Stigma. Wandstück relativ klein, bis zur Geißelbasis zusammenneigend, allmählich gegen den Rand verdünnt. Lumen des Chromatophoren fast gestutzt-dreieckig. Hier der Kern, der fast am vorderen Ende der Zelle liegt. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Zoogameten wie die vegetativen jungen Zellen. Heterogamie deutlich. Zoogameten behäutet, die Membranen bei der Kopulation abstreifend. Zellen 10–18 μ im Durchmesser.

Rußland: Charkow.

29. *Chlamydomonas noctigama* Korschikoff (Fig. 162). Zellen eiförmig bis fast kugelig, leicht asymmetrisch, basal breit abgerundet. Membran vorne in eine deutliche, sehr flache, breite, deutlich ausgerandete Papille verdickt, aus der die zwei demnach ziemlich weit voneinander abstehenden Geißeln, die etwas

länger als körperlang sind, inserieren. Chromatophor topfförmig, bis zur Papille reichend, mit einer asymmetrisch, halb auf die eine Längswand verschobenen, mächtigen basalen Verdickung, in der das mächtige, unregelmäßige Pyrenoid liegt. Stigma in der Lage (wohl infolge der Asymmetrie der Zelle) schwankend, in der Mitte der Zelle oder tiefer gelegen. Kern im relativ kleinen Lumen über der Mitte, ebenfalls exzentrisch. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung der Länge nach angelegt, dann Querdrehung. 2–8 Tochterzellen. Isogameten von der gleichen Gestalt; Unterschiede in der Größe vorkommend. Gameten behäutet, bei der Kopulation, die meist des Nachts stattfindet, behäutete, viergeißelige Zygozoosporen liefernd, die lange beweglich bleiben (bis einen Tag lang). Reife Zygoten mit zahnig-warziger Membran versehen; die primäre Zygotenmembran haften bleibend.

In Sümpfen:
Rußland.

30. *Chlamydomonas gyroides* Pasch. (Fig. 163). Zellen, breit verkehrt kegel- bis kreiselförmig, vorne mit einer fast geraden, breiten Vorderfläche, die abgerundet kantig in die kreiselförmige Verschmälerung übergeht, die stumpf endet. Membran sehr zart mit zwei ungefähr

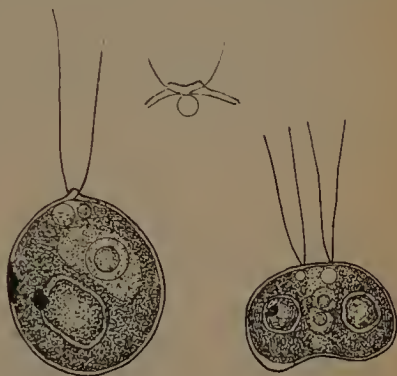


Fig. 162. *Chlamydomonas noctigama*. Zelle von der Seite; daneben Vorderende von der anderen Seite; rechts Kopulation (n. Korschikoff).

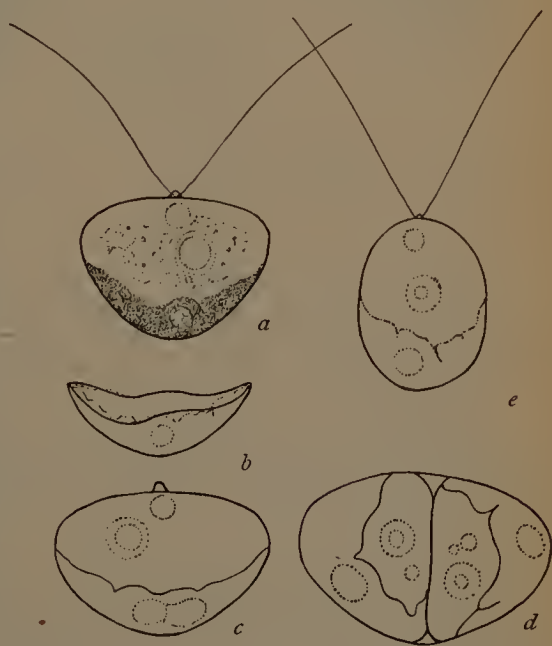


Fig. 163. *Chlamydomonas gyroides*. a vegetative Zelle; b Chromatophor allein gezeichnet; c optischer Längsschnitt durch eine Zelle; d Teilung; e junge Zelle.

doppelt körperlangen Geißeln. Chromatophor meist nur aus dem napfförmig vertieften Basalstücke bestehend, das sich nach vorne in einen schmalen Rand fortsetzt, aber kein eigentliches Wandstück ausbildet. Chromatophor meist nur bis zur halben Zellhöhe reichend, mit einem kräftigen kugeligen Pyrenoid. Stigma fehlt. Kern in den ausgewachsenen Zellen, nicht wie das Pyrenoid, in der Achse der Zelle gelegen, sondern etwas seitlich, oft sogar sehr weit seitlich abgerückt. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne.

Teilung der Länge nach, oft nur zwei Tochterzellen liefernd. Tochterzellen nach dem Austreten aus der Mutterzelle sehr



Fig. 164. *Chlamydomonas gyrus*. a vegetative Zelle; eine junge Zelle; darunter zwei junge Zellen aus einer Mutterzelle austretend.

von der ausgewachsenen Zelle abweichend: schön verkehrt eiförmig, fast doppelt so lang als breit, während die ausgewachsenen Zellen fast $1\frac{1}{2}$ mal breiter als lang sind. Chromatophor in den Tochterzellen auch mehr topfförmig. Geschlechtliche Fortpflanzung, wie Ruhestadien nicht beobachtet. Zellen (ausgewachsen) 8–11 μ lang, 12–17 μ breit.

Zwischen, durch Eisgang abgeschorenen, in Wiesenlachen verbliebenen *Chladophora*-Watten, zusammen mit fast farblosen Chrysomonaden und vielen Cryptomonaden.

Mehr saprob.

31. *Chlamydomonas gyrus* Pascher (Fig. 164). Nur aus Kulturen bekannt. Zellen im völlig erwachsenen Zustande sehr breit verkehrt eiförmig, bis $1\frac{1}{4}$ mal so lang als breit, also etwas über halbkugelig; vorne sehr rasch, fast geradflächig zusammengezogen und mit einem kleinen nicht scharf abgesetzten Spitzchen versehen. Membran vorne eine deutliche, spitze, kegelförmige Papille bildend. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Chromatophor sehr groß, auch die Vorderfläche zum größten Teile

auskleidend, topfförmig; mit sehr dickem gegen das Innere der Zelle fast gerade abgegrenztem Basalstücke, in dem das quer verbreiterte Pyrenoid liegt. Wandstück des Chromatophoren ebenfalls sehr dick. Stigma äquatorial, länglich elliptisch. Kontraktile Vakuolen vorne. Auf festen Nährböden *Tetraspora*-artige Lager bildend. Tochterzellen zu zweien oder zu vierten gebildet. Erste Teilung, soweit gesehen, der Länge nach. Junge Zellen mehr kugelig. Zellen 7–12 μ breit.

Andere Stadien nicht gesehen. (Kulturen von Prof. Pringsheim).

Diese Art kommt in der Zellform der *Chlamdomonas gyroides* sehr nahe, ist aber von ihr schon durch den großen Chromatophoren unterschieden.



Fig. 165. *Chlamydomonas Braunii*. a, b vegetative Zellen; c von unten gesehen: Gestalt des Pyrenoids; d weiblicher Schwärmer; e männlicher Schwärmer (nach Goroschankin).

32. *Chlamydomonas Braunii* Goroschankin (nicht *Chlamydomonas monadina* Stein der Autoren) (Fig. 165, 166 u. 166a). Zellen fast kugelig bis kurz ellipsoidisch, meist so breit wie lang; basal breit abgerundet. Membran deutlich, oft basal und seitlich absteehend; vorne in eine breite, große, vorne gerade abgestutzte Membranpapille allmählich verdickt, in die das hyaline Vorderende des Protoplasten kurz spitz-papillös hineinragt, von wo aus durch die Papille zwei etwas über körperlange Geißeln durchtreten. Chromatophor sehr groß, basal sehr verdickt mit seinen rasch verschmälerten Längswänden bis in die Region der beiden vorne gelegenen kontraktilen Vakuolen reichend. Pyrenoid in der basalen Verdickung groß und deutlich, gestreckt

band- und hufeisenförmig, verschiedene Lagen einnehmend. Kern zentral oder etwas nach vorne gerückt. Stigma groß strichförmig, im vorderen Drittel des Chromatophoren. Teilung der Länge nach, dann Drehung und weitere Teilung, Bildung von vier Tochterzellen. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation sehr ungleicher Schwärmer, also ausgesprochene Heterogamie. Die großen Gametozoosporien entstehen durch Vierteilung aus den vegetativen Zellen und sind diesen bis auf die mehr gestreckt ellipsoidische bis eiförmige Gestalt sehr gleich. Die kleinen Gametozoosporien entstehen zu acht in den vegetativen Zellen, sie sind viel kleiner, nach vorne mehr verschmälert, bis fast spitz, also mehr gestreckt eiförmig als die großen Geschlechtsschwärmer. Die Makrogameten messen 20-29 μ , die Mikrogameten 9-15 μ . Die häufigste Größe der

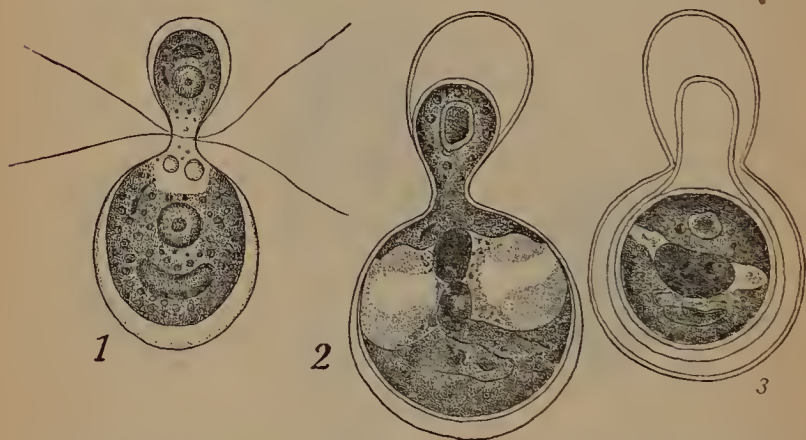


Fig. 166. *Chlamydomonas Braunii*. Heterogamie; 1. beginnende; 2. vorgeschrittene Kopulation; 3. reife Zygote. Die Membranen der behäuteten Gameten wurden zur äußeren Membran der Zygote (nach Goroschankin).

weiblichen Zellen ist 20-23 μ , der männlichen 11 μ . Die Makrogameten sind immer größer als die vegetativ entstandenen Tochterzellen, die Mikrogameten immer kleiner, so daß sich die Gametozoosporien auch bereits durch ihre Größenverhältnisse von rein vegetativen Stadien unterscheiden. Beide sind mit festen Membranen versehen. Die Gameten bleiben mit ihren verschleimten Hautwärtchen aneinander kleben, bewegen sich noch eine Zeitlang, um schließlich die Geißeln zu verlieren. Inzwischen hat sich der Protoplast der Makrogamete etwas vom Vorderende der Membran zurückgezogen, der Inhalt der Mikrogamete tritt in die Makrogamete hinüber. Die fertige Zygote hat als erste Haut die erweiterten miteinander verbundenen Membranen der Gameten, die während des Kopulationsprozesses unter Umständen noch eine zweite Haut bilden, bis schließlich der in dem Raum zusammengezogene aus den Gameten gebildete Zygotenprotoplast seine definitive Membran bildet. Die Zygotenmembran scheint

bald zu verschleimen und zeigt dann mehrere Schichten. Bei der Keimung bilden sich zunächst zwei Zellen, die sich entweder in bewegliche Zellen verwandeln und austreten oder vorher sich zu vier oder acht Schwärmern teilen. Die aus den Zygoten kommenden jungen Individuen haben noch nicht dieselbe Morphologie wie die erwachsenen Formen, ihr Pyrenoid ist kugelig, ihr Stigma noch nicht strich- sondern scheibchenförmig. Erst später kommt es zur Ausbildung der definitiven Form.

Neben dem beweglichen Zustande tritt bei *Chl. Braunii* ausgiebige Palmellenbildung ein. Die Zellen verlieren die Geißeln, behalten aber Stigma und Vakuolen lange Zeit bei,



Fig. 166a. *Chlamydomonas Braunii*: Bildung von Gallertlagern. 1, 2 Teilung. 3 kleines Lager (nach Goroschankin).

umgeben sich mit einer Gallertschicht und teilen sich in rascher Folge, so daß schließlich größere Massen entsprechend der Teilungsfolge mit ihren Hüllen ineinander geschachtelter, Individuen entstehen, die aber kein Stigma und auch keine Vakuolen mehr zu haben brauchen. Die Einzelzellen können als bewegliche Monaden diese Stadien verlassen.

Durchmesser der beweglichen, vegetativen Zellen 14–26 μ , meist aber 18–20 μ .

Aus Rußland (Moskau) beschrieben und auch im Gebiete mehrfach beobachtet.

Chlamydomonas Braunii wurde immer identisch mit der Steinschen *Chlamydomonas monadina* erklärt und diese als synonym zu ihr gestellt. *Chlam. monadina* zeigt aber auf den Steinschen Figuren zwar ebenfalls ein bandförmiges Pyrenoid, dieses ist aber nicht basal gelagert wie bei *Chl. Braunii*, sondern

liegt ganz deutlich äquatorial im Chromatophoren. Die beiden Formen haben nichts miteinander zu tun. Siehe *Chlam. cingulata* (Nr. 92).

33. **Chlamydomonas Franki** Pascher, (*Chlamydomonas tingens* im Sinne Franks nicht A. Brauns) (Fig. 167). Zellen gestreckt eiförmig, nach vorne ein wenig verschmälert, basal breit abgerundet und auch manchmal verschmälert stumpf. Mem-

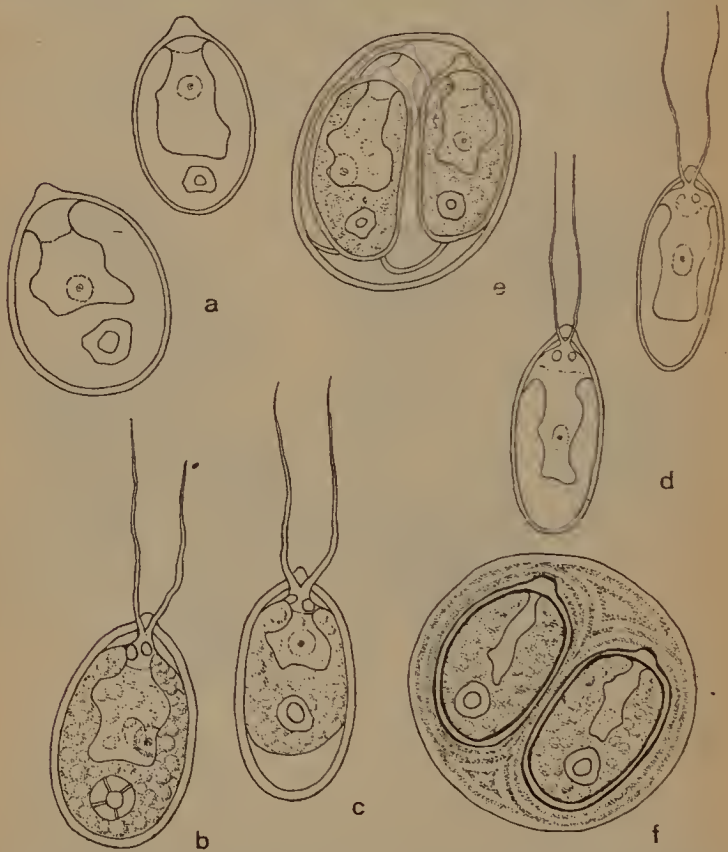


Fig. 167. *Chlamydomonas Franki*. *a* vegetative, unbewegliche Zellen (zartwandige Akineten?); *e* Teilungsstadien; *b*, *c* bewegliche Zellen; *d* jüngere, noch schmale Zellen; *Gloeocystis*-artiges Akinetenstadium (nach Frank).

bran vorne in eine deutliche, stumpfe, ziemlich deutlich abgesetzte Papille verdickt, aus der zwei annähernd körperlange Geißeln austreten. Chromatophor groß und topfförmig sehr weit nach vorne reichend, basal sehr stark verdickt; diese basale Verdickung hat eine fast ebene Begrenzung gegen das Lumen des Chromatophoren. Wände des Chromatophoren nicht allmählich gegen den Rand verjüngt, sondern ziemlich gleich dick (bis auf lokale Buckelbildungen) und dann mit dickem Rande

breit und stumpf endend. Pyrenoid in der basalen Verdickung, die ungefähr das basale Drittel des Protoplasten ausfüllt, groß und deutlich mit radiär angeordneten Stärkestücken. Kein Stigma; Kern im nach unten verbreiterten Lumen, in halber Höhe oder etwas nach vorne gerückt. Kontraktilen Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung: annähernde, doch etwas schiefe Längsteilung; es werden 2—16 Tochterzellen gebildet. Oft nachfolgende Qnerdrehung. Die Tochterzellen treten aus oder bleiben in der Mutterzelle und erfahren dann weitere Teilungen, so daß ganze ineinander geschachtelte Systeme auf diese Weise entstehen können. Je nachdem die Tochterzellen gleich aus der Mutterzelle austreten oder erst eine Zeitlang (durch physiologische Umstände bedingt) unbeweglich in der Mutterzelle bleiben, sind sie im ersten Falle etwas gestreckter, mehr ellipsoidisch bis dreimal so lang als breit und auch kleiner als im zweiten Falle, wo sie bereits größer und derber und auch dicker (nur zweimal so lang als breit) austreten.

Ich möchte auf diese beiden von Frank unterschiedenen Typen beweglicher Stadien kein großes Gewicht legen, die Sache scheint sich einfach so zu verhalten, daß im ersten Falle die eben geteilten Tochterzellen noch als junge Individuen austreten, daher kleiner und noch nicht ausgewachsen sind und ihre völlige Größe erst im beweglichen Zustande erhalten; während die unbeweglich in der Mutterzelle bleibenden hier vorerst heranwachsen und dann gelegentlich bereits erwachsen ansschwärmen. Ich muß dies deshalb betonen, weil solche Angaben leicht die falsche Vorstellung geben könnten, als handle es sich um verschiedene Schwärmertypen.

Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet. Dauerstadien durch Aufquellung und Schichtung der Membran gebildet, wobei der Protoplast sich zusammenzieht und rötlich verfärbt. Bei der Keimung ergrünen sie, teilen sich und geben entweder bewegliche Schwärmer oder belassen die Tochterzellen unbeweglich in den Membranen¹⁾.

Andere Stadien nicht beobachtet.

Zellen nach den Frankschen Figuren, es fehlen auch ausführliche Maßangaben, 10—23 μ .

Der Organismus wurde im Freilande nicht beobachtet, sondern nur unter Laboratoriumsalgen und in weiter davon angelegten Kulturen. Es ist also möglich, daß er mit den Formen des Freilandes nicht leicht zu identifizieren ist.

Ich halte es für ganz unsicher, ob er mit *Chl. tingens* einer kaum mehr feststellbaren Form, identisch ist. Schmidle kam mehr per exclusionem zu dieser Bestimmung.

Es ist auch nicht festzustellen, was A. Braun als *Chl. tingens* vorgelegen hat; Tatsache ist, daß die von Frank unter-

1) Ich verstehe hier die Figuren Franks über den Inhalt solcher Akineten nicht. Er zeichnet zahlreiche kugelige Gebilde (grün) ein, die Oltmanns als Parthenosporen deuten möchte, also als encystierte Gametozoosporen. Frank gibt zu seinen Figuren nur ganz unzureichende Erklärungen. Die Oltmannssche Auffassung trifft kaum zu.

suchte Art auch nicht mit dem wenigen, das wir den Angaben A. Brauns entnehmen können, übereinstimmt.

34. *Chlamydomonas gloeocystiformis* Dill (Fig. 168, 169). Sehr unsichere, in ihrem Umfange zu wenig bekannte Art. Zellen



Fig 168. *Chlamydomonas gloeocystiformis* (nach Dill).

breiteiförmig, biskurz ellipsoidisch, nach vorne verschmälert. Protoplast eiförmig, manchmal ei-birnförmig, manchmal nach vorne bogig verschmälert, mit spit-

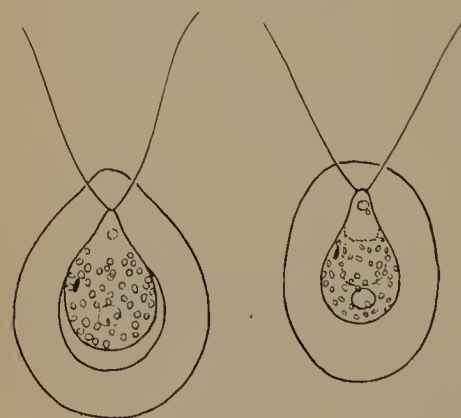


Fig. 169.
Chlamydomonas gloeocystiformis.

nicht gleich, im vorderen Drittel gelegen und sehr groß und fast halbkugelig vorspringend oder aber äquatorial und dann relativ klein und fleckenförmig elliptisch. Kontraktile Vakuolen vorne. Geißeln annähernd körperlang.

(im beweglichen Zustande und ausgewachsen) immer mit einer weitabstehenden Hülle umgeben, die auch über dem Vorderende abgehoben ist und manchmal geschichtet ist. Papille bei manchen Formen sehr deutlich, fast halbkugelig, bei anderen aber wieder verwischt. Zellen breiteiförmig, biskurz ellipsoidisch, nach vorne verschmälert. Protoplast eiförmig, manchmal ei-birnförmig, manchmal nach vorne bogig verschmälert, mit spit-
gesprochen topfförmig, mit oft mächtig verdicktem Basalstücke, das bei manchen Formen konvex nach innen vorspringt und ziemlich wenig vermittelt in das nach vorne auskeilende Wandstück übergeht, so daß nur das vorderste Ende des Protoplasten farblos bleibt. Chromatophor bei manchen Formen deutlich gestreift, oft sogar ein wenig rippig. Pyrenoid im Basalstücke, meist sehr groß und kugelig. Stigma in seiner Lage bei den einzelnen Formen

Teilung schief angelegt und als Querteilung endend, meist vier Tochterzellen liefernd; die Tochterzellen haben meist noch keine hüllenartig abstehenden Membranen, sondern eng anliegende Membranen, aber es kommt auch vor, daß die Tochterzellen bereits mit sehr erweiterten Hüllen austreten, die allerdings gleich nach dem Austreten sich dann noch mehr erweitern.

Bei allen Formen kann die Bewegung eingestellt werden, zu gleicher Zeit werden neue Gallertschichten gebildet, innert welcher die Teilungen unter gleichzeitiger Ausbildung neuer Gallertschichten lebhaft erfolgen, so daß kleinere Gallertlager zustande kommen. Innert dieser Gallerten können die Zellen die Geißeln abwerfen oder aber auch beibehalten, im letzteren Falle ist manchmal weitgehende Bewegung innert der Gallerte möglich. Ich sah auch einmal amöboide Formveränderungen.

Länge der Zellen 15 bis 22 μ , Breite 10–17 μ (ohne Gallerte).

Sehr verbreitet, speziell in der gestreiften Form in Torfsümpfen gemein.

Die Art ist in dem hier gegebenen Umfange sicher nicht einheitlich und wird bei genauerem Studium völlig aufgelöst werden müssen. Leider ist die von Dill beschriebene Form nicht völlig sicher. Soweit ich sah, liegen zunächst zwei Formenkreise vor, der eine mit glattem Chromatophoren, vorne gelegene Stigma, das halbkugelig vorspringt und einer mit kleinem Stigma, das äquatorial liegt oder noch tiefer steht und gestreiften Chromatophoren. Letzterer ist auch immer etwas größer. Die erste wird als *Chl. gloeocystiformis* gehen müssen; die letztere hat, meine ich, mit ersterer gar nichts zu tun, ich bezeichnete sie in meinen Notizen als *Chlamydomonas aulata* (Fig. 170). Zu letzterer gehören auch die von Korschikoff hier abgebildeten Formen.

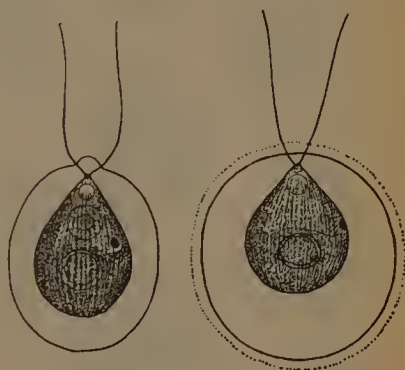


Fig. 170. *Chlamydomonas aulata* (nach Korschikoff).

Im Prinzipie sind beide Formen papillat. Die Papille wird aber durch die weitgehende Abhebung der Membran immer undeutlicher, bis schließlich Formen entstehen, bei denen die Papille auch nicht mehr andeutungsweise erkennbar ist. Was von verschiedenen Autoren als *Chl. gloeocystiformis* abgebildet oder wieder beschrieben wurde (Playfair und andere) hat mit der Dillschen Form nichts zu tun. Es gibt eine große Zahl von *Chlamydomonas*-Arten, deren Membranen auch im beweglichen Zustande hüllenartig erweitert werden und die leicht in *Gloeocystis*-artige Lager übergehen; sie sind aber untereinander gar nicht näher verwandt. Die verschiedenerseits aufgestellten Formen und Varietäten von *Chl. gloeocysti-*

formis beziehen sich eben auf solche Vermengungen. Sie sind bis zum genauen Studium durch die Bank zu streichen.

Korschikoff gibt für die gestreifte, äquatorial stigmatisierte Form Kopulation gestreckter, kleiner behäuteter Gameten (bis 10μ lang) an, die eine glattwandige Zygote liefern.

35. **Chlamydomonas pluristigma** Bristol (Fig. 171). Zellen ellipsoidisch-eiförmig ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit; basal breit abgerundet, vorne leichter verschmälert. Membran relativ dick, deutlich, nicht abstehend, vorne zu einer deutlichen Papille verdickt. Chromatophor groß, ganz nach vorne reichend, topfförmig, stellenweise durchbrochen und nach innen hin ungleichmäßig gelappt, vielleicht in ungleich dicke Lappen zerlegt. Zentral in der Zelle ein großes deutliches Pyrenoid. Stigmata mehrere, bis drei, eines oder zwei dem Vorderende des Chromatophoren genähert. Vakuolen und die Lage des Kerns werden nicht angegeben, wahrscheinlich liegt der Kern vor dem Pyrenoide und die kontraktile Vakuolen vorne. Die Geißeln sind nach der Zeichnung bis $1\frac{1}{2}$ mal körperläng. Vermehrung durch Querteilung, d.h. angelegte Längsteilung mit gleichzeitiger Drehung zur Querlage.

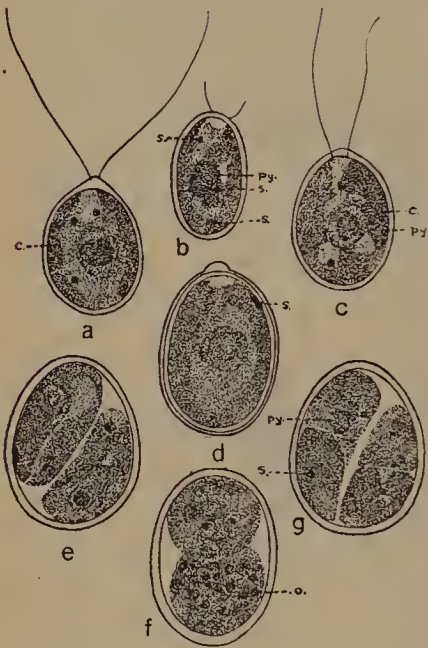


Fig. 171. *Chlamydomonas pluristigma*. a, b, c, d vegetative Zellen; s Stigma; py Pyrenoid; e, f, g Teilungsstadien (nach Bristol).

Andere Stadien, auch die geschlechtliche Fortpflanzung, nicht bekannt. Länge der Zellen $13-16\mu$, Breite $9,5-11\mu$.

Bislang nur aus England bekannt: Sedgley (Staffs) aus Kulturboden gezogen. Vielleicht durch die Kulturbedingungen entstandene Modifikation einer anderen Art. Unvollständig beschrieben.

36. **Chlamydomonas biconvexa** Pascher (Fig. 172). Zellen ellipsoidisch-eiförmig, basal breit abgerundet, nach vorne verschmälert. Membran sehr zart, manchmal sich abhebend, vorne in eine kleine Papille verdickt. Geißeln relativ kurz, etwa halbkörperläng. Chromatophor sehr kräftig, basal allmählich und nicht abgesetzt verdickt, nach vorn ganz allmählich auskeilend, nur das vorderste Ende freilassend; im vorderen Viertel ein großes, längliches, leicht gebogenes Stigma. Pyrenoid basal, sehr groß, quer elliptisch mit nur zwei großen

Stärkekalotten, die das ganze Pyrenoid umschließen. Chromatophor zwischen Pyrenoid und Lumen sehr locker (in der Figur zu dicht gezeichnet). Abgestoßene Stärkeschalen mit der Zeit in kleine Brocken zerfallend. Pyrenoid nicht selten völlig stärkefrei, dann seine Eigenart nicht erkennbar. Kern vor der Mitte. Zwei kontraktile Vakuolen. Teilung quer, doch Drehung des Protoplasten sehr deutlich. Andere Stadien nicht beobachtet. Zellen bis 25μ lang, und 14μ breit.

Einmal in einem Tümpel in einem Wiesengraben bei Gleschendorf in Holstein.

Diese Art ist, soweit ich beobachten konnte, die einzige bis jetzt bekannte Volvokale mit nur zwei Stärkescheiben am Pyrenoid. Für Tetrasporalen ist ein solches Pyrenoid bereits durch Geitler bekannt geworden (bei *Stylosphaeridium*).

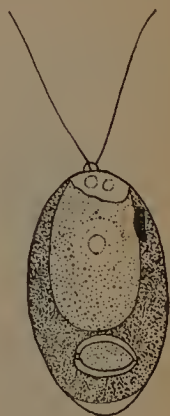


Fig. 172.
Chlamydomonas
biconvexa.

37. *Chlamydomonas gracilis* Snow (Fig. 173). Zellen ziemlich variabel, ellipsoidisch bis eiförmig, basal abgerundet und vorne verschmälert, fast spitz. Membran anliegend oder mehr oder weniger abstehend, nach vorne ein wenig verdickt. Chromatophor merkwürdig blaugrün, bis nach vorne reichend, basal nicht sehr stark verdickt, hier das Pyrenoid; Stigma ungefähr in halber Zellhöhe bis basal. Kern im länglich-elliptischen Lumen, in halber Höhe. Kontraktile Vakuolen vorn. Längsteilung. Geißeln etwas über körperlang. Gameten beobachtet: kleiner, mehr eiförmig, nach vorne bereits von der Mitte an verschmälert. Zygoten nicht beschrieben, Kopulation beobachtet. Länge der Zellen $10,5-13\mu$. Breite $5-6,5\mu$.

Im Plankton des Eriesees. Auch in Norwegen beobachtet.

Im Gebiete sah ich einmal ganz ähnliche Form, die ebenfalls den giftblaugrünen Farbton hatte. Bei ihr war das Stigma ganz zur Basis gerückt; sie waren etwas größer und maßen bis 16μ .



Fig. 173.
Chlamydomonas gracilis (die beiden
oberen Zellen nach Snow).

Von der ähnlichen *Chlamdomonas Snowiae* Printz unterscheidet sich diese Art, abgesehen von dem ganz anderen, viel-

leicht [variablen] Farbton, durch die gedrungene, breitere Gestalt und die ganz andere Lage des Stigma. Außerdem ist bei *Chl. gracilis* der Chromatophor basal kaum verdickt.



Fig. 174. *Chlamydomonas Snowiae* (die beiden oberen Zellen nach Snow).

38. *Chlamydomonas Snowiae* Printz (Fig. 174, 175) (*Chlamydomonas communis* Snow, nicht *Chlamydomonas communis* Perty, Fig. 173). Zellen eiförmig oder ellipsoidisch vom vorderen Viertel an gleichmäßig und spitz verschmälert, basal breit abgerundet. Membran deutlich, dicht anliegend; nach vorne nicht zu einer abgesetzten Papille, sondern allmählich in die Spitze verdickt. Geißeln körperlang. Chromatophor groß topfförmig, meist mit leicht braungelblichen Farbentöne, die vordere Verschmälierung größtenteils freilassend, basal sehr stark verdickt (die basale Verdickung nimmt fast das untere Drittel der Zelle und viel mehr ein). Hier das große deutliche Pyrenoid. Stigma im vorderen Viertel gelegen, deutlich scheibchen- bis kurzstrichförmig. Kern in der Mitte der Zelle, manchmal sehr nach vorne gerückt. Kontraktile Vakuolen zwei. Teilung der Länge nach. Andere Stadien nicht beobachtet. Länge der Zellen 10,5–13 μ (nach Printz bis 16 μ), Breite 6,5–8 μ .

Eine sehr häufige Form des Planktons besonders in pflanzenreichen Gewässern, die außer in Amerika auch in Norwegen gefunden wurde. Ich fand sie wieder-

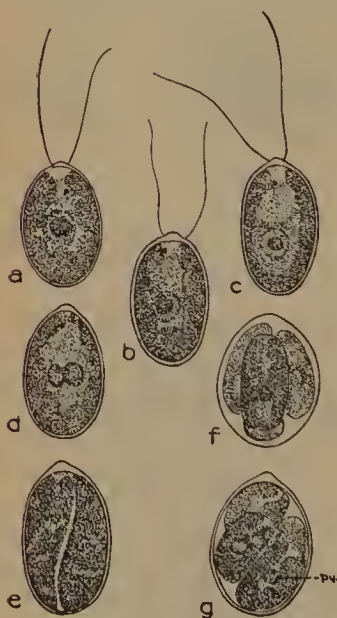


Fig. 175. *Chlamydomonas Snowiae*. a, b, c vegetative Zellen; e, f, g Teilungsstadien (nach Bristol).

holt, doch nie in großen Mengen. Sie scheint auch labiler zu sein als die anderen. Die von mir gesehenen Formen waren kleiner als die von Printz beschriebenen.

39. **Chlamydomonas Goroschankini** Chmiliewski (Fig. 176). Zellen sehr breit eiförmig, fast elliptisch, nach vorne sehr wenig oder gar nicht verschmälert, beiderseits breit abgerundet, doch auch fast kugelförmig. Membran sehr deutlich, vielleicht sogar derb, vorne zu einer fast kegelförmigen, meist scharf abgesetzten Papille verdickt. Geißeln körperlang. Chromatophor wenig differenziert, sehr weit nach vorne reichend, wohl im



Fig. 176. *Chlamydomonas Goroschankini*. a vegetative Zelle b gefärbt; c Kopulation; d Zygote (nach Chmiliewski).

Prinzipe topfförmig, basal sehr stark verdickt, hier das große, etwas elliptisch verbreiterte Pyrenoid. Kern in der Achse, etwas vor der Mitte der Zelle. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Stigma im vorderen Drittel, linear strichförmig, oft etwas blaß, gelbbraun. Erste Teilung der Länge nach, dann Querdrehung. Gameten zu vieren gebildet, kleiner als die vegetativen Schwärmer, nach der Entleerung etwas heranwachsend. Gameten sehr ungleich, ohne daß damit konstante geschlechtliche Unterschiede verbunden wären. — Zygote glatt, die Membranen der behäuteten Gameten noch deutlich an der Zygote zu sehen; sie bilden die äußerste Hülle um die Zygote. Zellen 14–22 μ lang. 8–15 μ breit. Gameten 10 μ lang.

Aus Polen beschrieben.

Anscheinend verbreitete Art. Ich sah weitgehend ähnliche Formen von verschiedenen Stellen des Gebietes. Leider ist die

Beschreibung Chmiliewskis nicht sehr vollständig. Es scheint sich hierbei vielleicht um eine Sammelart zu handeln.

40. *Chlamydomonas Debaryana* Goroschankin (Fig. 177). Zellen ellipsoidisch bis ellipsoidisch-eiförmig, basal breit abgerundet, nach vorne kaum verschmälert und hier ebenfalls abgerundet. Membran deutlich, fast derb, immer anliegend, Vorne eine auffallend große, halbkugelige bis fast überhalbkugelige Warze aus deren Basis die Geißeln austreten. Geißeln körperlang. Chromatophor topfförmig, fast bis zur Papille reichend, basal sehr stark verdickt und an das Lumen geradflächig, bis oft sehr vorgewölbt, angrenzend. Wandstück nicht allmählich verjüngt, sondern gleichmäßig dick bis leicht verdickt. Pyrenoid basal bis querelliptisch. Stigma am unteren Rande des vorderen Drittels. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Wahrschein-



Fig. 177. *Chlamydomonas Debaryana*. Rechts nach einem gefärbten Präparat (nach Goroschankin).

lich schiefe Teilung. Gameten nackt, ihre Kopulation seitlich. Zygoten kugelig, glatt. Zellen $17-20\mu$ lang, Zygoten bis 11μ lang.

Einige Male in der Umgebung von Moskau beobachtet.

Goroschankin beschreibt bei dieser Art eine merkwürdige Beschaffenheit des Pyrenoids, das deutliche Querstreifung zeigte, allerdings an fixiertem Material, das in Glyzerin aufgehoben wurde. Chmiliewski gibt das gleiche für seine *Chlamydomonas Goroschankini* ab (Vergl. die Fig. 176). Ich konnte die gleiche Eigenart bei verschiedenen Arten sehen, vermag aber nicht zu sagen, womit dies zusammenhängt, bin der Sache auch nicht näher nachgegangen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich hier um degenerierende Individuen handelt, bei denen das Pyrenoid in Auflösung begriffen ist. Beachtenswert ist, daß diese Streifung auch bei Individuen auftritt, die sich zur Teilung anschicken. Auch hierbei erfolgt, auch bei den Formen, die das Pyrenoid direkt teilen, eine Auflockerung der Pyrenoidsubstanz.

41. *Chlamydomonas atactogama* Korschikoff (Fig. 178). Zellen ellipsoidisch beidseits abgerundet. Membran zart, anliegend, vorne in eine fast halbkugelige Papille verdickt mit zwei annähernd körperlangen Geißeln. Chromatophor topfförmig,

Basalstück ungemein verdickt, mit seiner geraden vorderen Fläche fast bis zur Mitte der Zelle reichend. Wandstück relativ dünn, bis zur Geißelbasis gehend. Pyrenoid groß, kugelig, im Basalstücke. Stigma relativ klein, äquatorial. Kern in der vorderen Hälfte. Kontraktile Vakuolen zwei. Die erste Teilung beginnt der Länge nach etwas schief und endet schließlich quer. Es entstehen zwei oder vier Tochterzellen. Gameten zu 2–16 gebildet, den vegetativen Tochterzellen völlig gleich, an Größe ungemein wechselnd, wobei sowohl ausgesprochene Isogamie wie weitgehende Heterogamie vorkommen kann. Die Gameten sind behäutet und stoßen bei der Kopulation ihre Membranen auf einmal völlig ab. Zygozoospore längere Zeit beweglich. Reife Zygote glatt. Zellen bis 14 μ lang, 9 μ breit. Zygoten 7–13 μ im Durchmesser.

Rußland: Charkow.

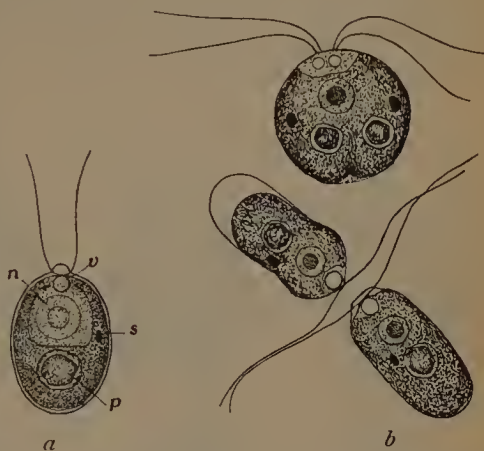


Fig. 178. *Chlamydomonas atactogama*, links vegetative Zelle: *n* Kern; *v* kontraktile Vakuole; *s* Stigma; *p* Pyrenoid; *b* Kopulation zweier Schwärmer; *c* langbewegliche Zygozoospore (nach Korschikoff).

42. *Chlamydomonas angulosa* Dill (Fig. 179). Zellen breit ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet, manchmal mit mehr geraden Flanken. Membran deutlich, vorne in eine große, breite Papille verdickt, die meist nicht flach abgestutzt ist. Geißeln fast $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Chromatophor bis ganz nach vorne reichend, sehr kräftig und vorne zusammenneigend, basal sehr stark (manchmal bis zur halben Höhe der Zelle) verdickt; hier ein mächtiges, kantiges Pyrenoid, das im optischen Schnitt fast viereckig doch auch mehr eckig erscheinen kann. Manchmal sind zwei Pyrenoide vorhanden, die dicht nebeneinander liegen. Stigma im vorderen Drittel, ausgesprochen länglich-strichförmig, groß und deutlich. Kern annähernd in der Zellmitte. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Längsteilung. Andere Stadien nicht beobachtet, auch nicht die geschlechtliche Fortpflanzung.

Länge ca. 20 μ , Breite 12–15 μ .

Verbreitete Art. Anscheinend mehr Moorform. Doch auch an anderen Stellen. Zeigte nach Dill auf Torf in Nährlösung gezogen ebenfalls keine anderen Veränderungen als Membranverdickung.

43. *Chlamydomonas subcylindracea* Korschikoff (Fig. 180). Zellen ellipsoidisch walzlich, ungefähr $1\frac{3}{4}$ länger als breit, beidseits schön abgerundet, nicht verschmälert. Membran

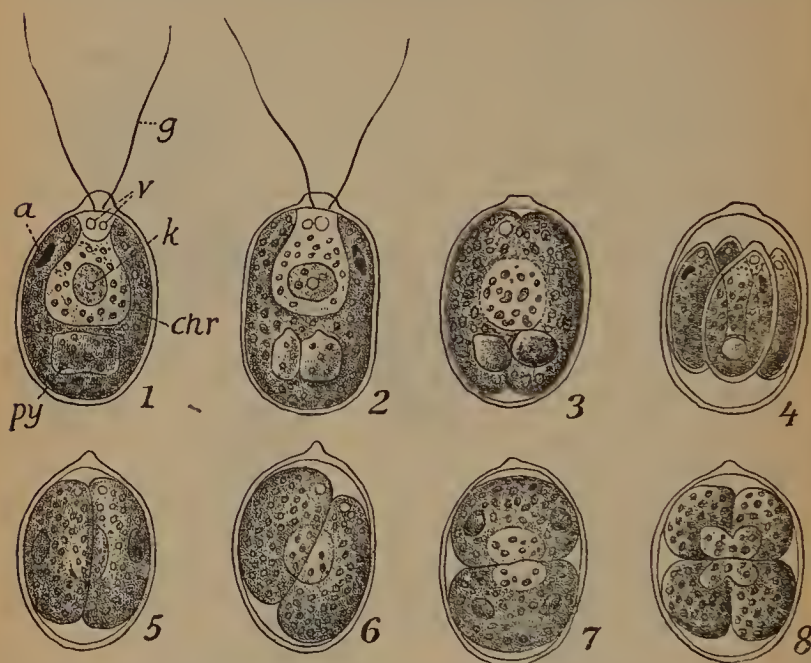


Fig. 179. *Chlamydomonas angulosa*. 1, 2, 3 vegetative Zellen, z. T. mit Pyrenoidspaltung; 5—7 zunehmende Querdrehung der Teilprodukte; 8 neuerliche Teilung; 9 Anordnung der ausschwärm-bereiten Tochterzellen (nach Dill).

basal etwas abgehoben, vorne zu einer relativ großen halbkugeligen, breiten, abgesetzten Papille verdickt mit annähernd körperlangen Geißeln. Chromatophor topfförmig, mit seinem Wandstücke bis zur Papille reichend, Basalstück allmählich in das Wandstück übergehend, etwas schief zur Achse verschoben mit einem unregelmäßigen stumpfkantigen Pyrenoide, das ebenfalls etwas extraaxial liegt. Stigma im vorderen Drittel, relativ klein, elliptisch. Kern knapp über der Mitte, etwas zur Seite geschoben. Kontraktile Vakuolen zwei vorne gelegen. Länge der Zellen $19\ \mu$, Breite $12\ \mu$.



Fig. 180. *Chlamydomonas subcylindracea* (nach Korschikoff).

Rußland: Charkow.

44. *Chlamydomonas longeovalis* Pascher (Fig. 181). Zellen sehr gestreckt eiförmig, bis viermal so lang als breit; basal breit abgerundet, von der Basis aus sehr lang und allmählich, manchmal fast geradlinig nach vorne verschmälert; vorne spitz.

Membran sehr zart, meist anliegend, seltener an der Basis oder an den Seiten ein wenig abstehend, vorne mit sehr kleiner, doch deutlicher Papille. Geisseln ungefähr körperlang oder ein wenig kürzer; Chromatophor gestreckt topfförmig, basal oft ein wenig verdickt, nach vorne gleichmäßig verschmälert und weit nach vorne reichend, mit einem basalen Pyrenoide. Stärke in Form kleiner Körnchen abgeschieden. Stigma vorne, klein punktförmig. Kern etwas vor der Mitte der Zelle. Teilung der Quere nach, Drehung anscheinend bereits vor der Teilung vollzogen. Andere Stadien unbekannt. Bewegung sehr rasch unter heftigem Schaukeln fast flatternd. Länge 20–26 μ , Breite 6–8 μ .

Zwischen Fadenalgen (*Mougeotia*, *Oedogonium* und *Tribonema*, die zum Teil dicht mit *Chrypsopyxis* besetzt waren und in denen auch kleine Mallomonaden vorkamen. Eine durch ihre gestreckte Gestalt sehr auffallende Form.

Holstein, Prag.

45. *Chlamydomonas complanata* Pascher (Fig. 182). Zellen mit deutlicher Breit- und Schmalseite, also dorsiventral abgeflacht, ungefähr zweimal breiter als dick; mit sehr zarter, nichtabstehender Membran, die vorne zu einer kleinen, vorne abgerundeten Papille verdickt ist. Chromatophor zart und dünn, topfförmig, fast das ganze vordere Viertel der Zelle, allerdings mit ungleichen Rändern freilassend. Stigma vorne gelegen, strichförmig. Pyrenoid meist sehr undeutlich, basal gelegen. Kern in der Mitte der Zelle. Kontraktile Vakuolen zwei. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang.

Teilung soweit beobachtet Längsteilung, mit nachträglicher Querverschiebung. Sexuelle Fortpflanzung, vegetative Cysten und Palmellen nicht beobachtet.

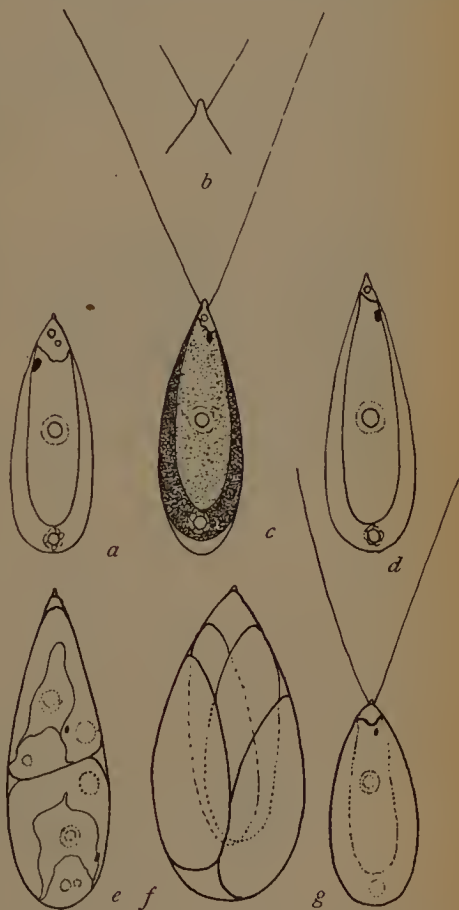


Fig. 181. *Chlamydomonas longeovalis*.
a, c, d vegetative Zellen; b Vorderende;
e, f, Teilungsstadien; g junge Zelle.

Länge 9–12 μ , Breite 5–9 μ .

Fällt durch die flatternde Bewegung auf. Vielleicht hängt diese mit der starken Abflachung der Monade zusammen.



46. *Chlamydomonas incurva* Pascher (Fig. 183). Mit deutlicher Breit- und Schmalseite, von der Schmalseite aus gesehen gebogen. Breitseite schön elliptisch-eiförmig, beidseits breit, vorne aber schmaler abgerundet, von der Schmalseite gekrümmt, basal beidseits birnförmig verbreitert, also basal verdickt. Membran deutlich, oft abstehend, vorne zu einer sehr kleinen, aber deutlichen Papille verdickt, mit zwei etwas körperlangen Geißeln.

Chromatophor bis zum vorderen

Fig. 182. *Chlamydomonas complanata*. Links vegetative Zelle; darunter Querumriß; daneben Teilungsstadium von der Breite rechts und von der Schmalseite.



Fig. 183. *Chlamydomonas incurva*. *a* Zelle von der Breit-; *b* von der Schmalseite; *c*—*f* verschiedene Ansichten von der Schmalseite.

Viertel reichend; von der Breitseite aus gesehen exakt topfförmig, von der Schmalseite aus natürlich basal einseitig ausgezogen und verdickt. Pyrenoid etwas in die einseitige Verdickung des Chromatophoren gerückt. Stigma fehlt anscheinend. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung schief, dann quer; Länge 17 bis 25 μ , Breite 8 bis 12 μ . Andere Stadien unbekannt.

Einmal in Randtümpeln des Plöckensteiner - Sees (Böhmerwald).

47. *Chlamydomonas dorsoventralis* Pascher (Fig. 184). Zellen mit deutlicher Schmal- resp. Bauch- und Rückenseite. Von der Breitseite gesehen, breit verkehrt eiförmig, basal breit abgerundet, nach vorne fast geradlinig, in eine fast rechtwinkligen Spitze aus dem vorderen Drittel verschmälert. Von der Schmalseite mit deutlicher Bauch- und Rückenseite. Rückenseite sehr regelmäßig bogig gewölbt, an den beiden Enden (das



Fig. 184. *Chlamydomonas dorsoventralis*. Rechts von der Schmal-, die anderen von der Breitseite.

vordere Breitseite, das hintere abgerundet) winkelig in die fast gerade Bauchseite übergehend; Zellen daher fast verkehrt eiförmig, gestreckt brotlaibförmig. Membran derb; Papille anscheinend nur durch die Zuspitzung der Membran gebildet. Geißeln annähernd körperlang. Chromatophor in der Breitseite normal topfförmig, mit sehr dickem, doch nicht nach innen vorspringendem Basalstück und derbem Wandstück; in der basalen Verdickung das etwas gegen die Rückenseite verschobene große, stumpfeckige Pyrenoid; von der Schmalseite gesehen, ist die basale Verdickung des Chromatophoren infolge der dorsalen Verlagerung des Pyrenoids recht unregelmäßig. Stigma annähernd in halber Körperhöhe, relativ klein. Kern im vorderen Drittel. Teilung wesentlich der Quere nach, andere Stadien nicht beobachtet. Zellen 16 μ lang, 12,5 μ breit.

In einer von Dr. Mainx gezogenen Reinkultur (Prag).

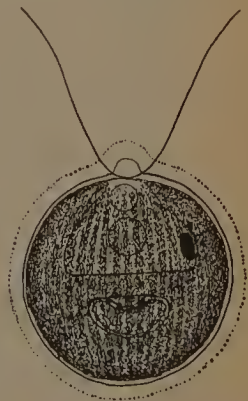


Fig. 185. *Chlamydomonas parallelistriata* (nach Korschikoff).

48. *Chlamydomonas parallelistriata* Korschikoff (Fig. 185). Zellen in allen Altersstadien kugelig; Membran dick, vorn in eine stark halbkugelige, nicht scharf abgesetzte Papille verdickt. Die ganze Zelle mit einer ziemlich dicken,

gleichmäßig entwickelten Gallertschicht umgeben. Geißeln körperlang. Chromatophor topfförmig, basal sehr stark verdickt, und gegen das Lumen fast geradflächig begrenzt, mit dieser Verdickung bis zur halben Zellhöhe reichend. Hier das große, quer verbreitete, von oben her muldenförmig vertiefte Pyrenoid. Wandstück des Chromatophoren fast bis zur Papille reichend, kaum oder nur schwach gegen den Rand verdünnt. Außenseite des Chromatophoren mit deutlichen parallelen, vom Vorderende bis zum Hinterende reichenden Streifen. Stigma groß elliptisch, knapp über der Mitte der Zelle. Kern über der Mitte der Zelle liegend. Zwei vorne gelegene kontraktile Vakuolen. Teilung der Länge nach, 2–8 Tochterzellen liefernd. Die Isogameten behäutet, zu 2–4 gebildet, vom Aussehen der vegetativen Tochterzellen. Oft noch innerhalb der Mutterzellen kopulierend. Die Membranen verschleimen dabei und werden abgestreift. Zygote glattwandig. Zellen 9–30 μ im Durchmesser.



Fig. 186. *Chlamydomonas nasuta* (nach Korschikoff).

Torfmoore, Sümpfe in Rußland (Charkow).

49. *Chlamydomonas nasuta* Korschikoff (Fig. 186). Zellen kugelig oder ganz kurz ellipsoidisch. Membran zart, anliegend. Vorne zu einer ziemlich scharf abgesetzten, breiten, viereckigen, flach abgestutzten und ausgerandeten Papille verdickt. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Chromatophor topfförmig, basal stark verdickt; hier das große, kugelige

Pyrenoid. Wandstück fast bis zur Geißelbasis reichend, außen mit breiten, dunkleren Streifen versehen, die bis zur Basis des Chromatophoren reichen. Stigma annähernd äquatorial, relativ groß, elliptisch. Kern etwas über der Mitte der Zelle. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Andere Stadien nicht angegeben. Zellen 16–25 μ lang, 12–17 μ breit.

Rußland: Charkow.

50. *Chlamydomonas pulsatilla* Wollenweber (Fig. 187). Zellen breit ellipsoidisch-eiförmig; basal breit abgerundet, vorne kaum verschmälert. Membran deutlich, fast derb; vorne zu einer mächtigen, halbkugeligen Warze verdickt (Papille bis 5 μ groß) Geißeln annähernd körperlang. Chromatophor topfförmig bis zur Papille reichend. Basalstück sehr kräftig, bis zur halben Höhe gehend, hier fast geradflächig begrenzt. Chromatophor selber locker maschig-blasig. Auf der Außenseite mit nicht sehr regelmäßigen, oft leicht längs-schraubig gedrehten Längsstreifen versehen, die sich auf der Außenseite des Basalstückes leistungsmäßig vereinigen. Pyrenoid im Basalstück, groß, kugelig. Stigma länglich, annähernd äquatorial. Teilung der Länge nach, schließlich 4–8 Tochterzellen gebend, die entweder zu neuen Zellen heranwachsen oder Aplanosporen bilden. Gameten zu ca. 16–32 gebildet. Kopulation nicht beobachtet. Aplanosporen kugelig.

Zellen 15–29 μ lang, 11–25 μ breit (meist 25,2 : 20,5 μ). Gameten 5–7 μ lang; 4–5 μ breit, mit bis über dreimal so langen Geißeln. Aplanosporen 17–27 μ im Durchmesser.

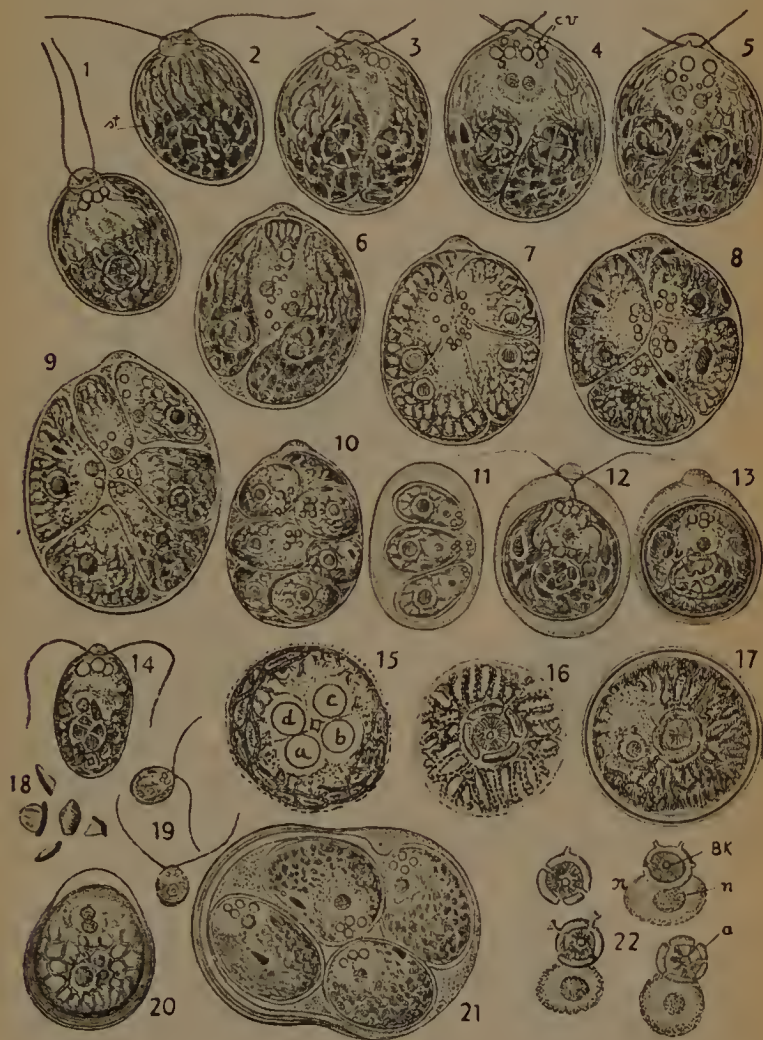


Fig. 187. *Chlamydomonas pulsatilla*. 1, 2 vegetative Individuen; 3–9 vegetative Vermehrung in aufeinanderfolgenden Stadien; 10, 11 junge Tochterzellen vor dem Ausschwärmen; 12, 13, 17 Aplanosporenbildung; 14 junge Tochterzelle; 15 Vorderende einer Zelle mit den vier kontraktile Vakuölen; 16 optischer Schnitt durch das Basalende einer Zelle, in der Mitte Pyrenoid mit Stärkehülle; der geriefte Chromatophor herum; Chromatophorenrippen oft verzweigt; 18 Augenflecke; 19 Gameten; 20 keimende Aplanospore; 21 Aplanospore mit vier Tochterzellen; 22 Pyrenoide mit ihrem Plasmakern; daneben bei *n* der Zellkern, mit Kernkörperchen (nach Wollenweber).

In Vertiefungen der Küstenfelsen einiger Skagerrak-Inseln bei Lyngör in Norwegen (Abbildung von Herrn Dr. Wollenweber zur Verfügung gestellt).



Fig. 188. *Chlamydomonas multitaeinata* (nach Korschikoff).

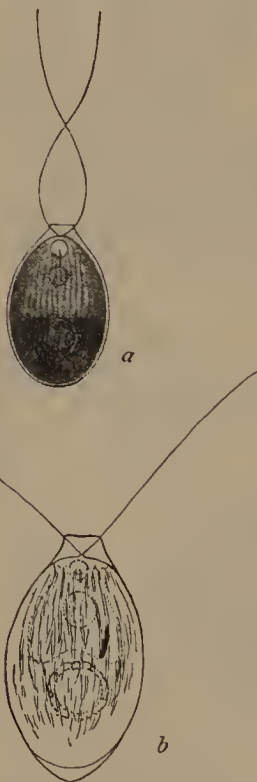


Fig. 189. *Chlamydomonas costata* (die obere Figur nach Korschikoff).

Chlamydomonas pulsatilla scheint wie *Chl. tetraolaris* einer ganz charakteristischen Algengesellschaft anzugehören, die in den oft austrocknenden Nischen und Vertiefungen der Küstenfelsen mariner Inseln lebt, deren Wasser größtenteils aus Niederschlägen stammt, in welches sich gelegentlich Salzwasser einmischt. Alle diese Formen durch rasches Encystieren wie rasches Beweglichwerden ihren Standorten weitgehend angepaßt.

51. ***Chlamydomonas multitaeinata*** Korschikoff (Fig. 188). Zellen ellipsoidisch bis leicht ellipsoidisch-walzlich, beidseits breit abgerundet. Membran zart, anliegend, vorne in eine flache, breite, nicht scharf abgegrenzte Papille verdickt. Geißeln etwas kürzer als die Zelle. Chromatophor sehr groß mit mächtigem Basalstücke, das mit leicht konvexer Fläche bis zur halben Zellhöhe reicht und hier ein großes Pyrenoid umschließt. Wandstück relativ zart, mit ziemlich breiten, ungleichmäßigen Streifen bis zur Geißelbasis reichend. Vielleicht sogar völlig in solche Längsstreifen aufgelöst. Stigma dick, doch nicht halbkugelig, mit unregelmäßigem Umriß, im vorderen Drittel gelegen. Kern in der vorderen Hälfte. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Teilung der Länge nach angelegt, doch wahrscheinlich durch Protoplastendrehung in Querlage endend. Zellen bis $23\ \mu$ lang, $16\ \mu$ breit.

In Sümpfen. Rußland: Charkow.

52. ***Chlamydomonas costata*** Korschikoff (Fig. 189). Zellen sehr regelmäßig ellipsoidisch, basal breit abgerundet. Membran zart, anliegend, vorne ganz allmählich in eine mächtige, gerade

abgestutzte Papille verdickt. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal so lang als die Zelle. Chromatophor topfförmig, außen mit zarten Längsstreifen versehen. Basalstück sehr dick, mehr als das untere Drittel der Zelle ausfüllend, mit gerader Fläche nach innen begrenzt. Pyrenoid groß, kugelig, im Basalstücke. Wandstück relativ dünn, sehr weit nach vorne reichend. Kerne vorne. Stigma etwas über der Mitte der Zelle. Länge 23 μ , Breite 15 μ .

Rußland: Charkow, Prag.

53. *Chlamydomonas Steinii* Goroschankin (*Chlamydomonas grandis* Stein?) (Fig. 190). Zellen sehr gestreckt, ellipsoidisch, fast walzlich, mit ganz wenig konvexen Längsseiten; basal breit

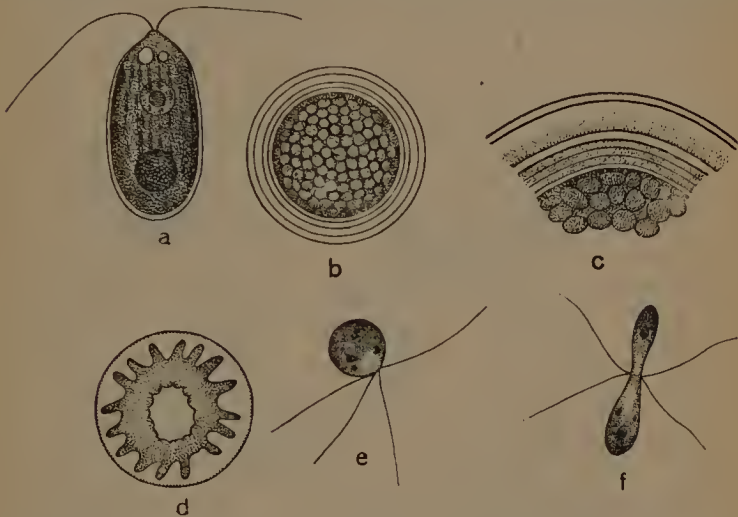


Fig. 190 *Chlamydomonas Steinii*. a vegetative Zelle; d optischer Querschnitt durch die Zelle; der Chromatophor gerippt eingezeichnet; e, f Kopulation der Gameten; b reife Zygote; c ein Stück derselben stärker vergrößert.

abgerundet, vorne ein wenig in ein kleines, manchmal leicht zweispitziges Hautwärtchen zusammengezogen. Membran dünn, leicht vom Körper absteheend. Geißeln sehr dünn, leicht abfallend, immer deutlich kürzer (?) als die Zelle; Chromatophor groß fast bis ganz nach vorne reichend, grün, basal verdickt und hier das große kugelige Pyrenoid; nach vorne mit aus reihig angeordneten Warzen bestehenden, radiär vortretenden, der Länge nach verlaufenden Leisten versehen, die dem Chromatophor ein streifiges Aussehen geben. Chromatophor aber zwischen diesen Streifen nicht auffallend heller oder gar hyalin. Stigma groß, im vorderen Drittel, länglich. Gametozoosporen nackt, länglich eiförmig, spitz seltener stumpf, vorne oder seitlich kopulierend. Zygote die erste Zeit beweglich, schließlich eine große kugelige Zelle bildend, die von mehreren voneinander absteheenden Membranen umgeben und glatt ist.

Möglicherweise vier Schichten vorhanden. Palmellen nicht beobachtet. Vegetative Zellen 18–30 μ , meist 24 μ lang, 10–14 μ breit. Gametozoosporen 5–12 μ lang. Zygote bis 28 μ im Durchmesser. In Teichen und Pfützen, anscheinend bis jetzt nur in Rußland beobachtet, doch sicherlich wie alle Chlamydomonaden verbreitet.

Goroschankin ist geneigt, diese Art mit der Steinschen *Chlamydomonas grandis* zu identifizieren. Diese aber hat wie Stein ausdrücklich angibt, zwei Pyrenoide, eines vor, eines hinter dem Zellkerne liegend; außerdem ist aber die Steinsche Form, wenigstens in einzelnen seiner Figuren, ausgesprochen walzlich. Sie entspricht der *Chlamydomonas penium*. Allerdings bildet Stein ebenfalls Formen mit einem Pyrenoid ab und diese stehen möglicherweise der *Chlamydo-*



Fig. 191. *Chlamydomonas basistellata*. *a, c* vegetative Zellen; *b* Chromatophor allein gezeichnet; Pyrenoid überdeckt.

monas Steinii Goroschankins nahe(?). Ich konnte aber auch Formen finden, die sich mit den Abbildungen Steins, die zwei Pyrenoide wiedergeben, völlig decken und so entfällt wohl die Annahme der Identität der *Chlamydomonas Steinii* im Sinne Goroschankins und der Steinschen *Chl. grandis*. Siehe auch die *Chl. Cienkowskii*, Kern im relativ großen fast zylindrischen Lumen der Zelle ziemlich weit von den Vakuolen abgerückt, mehr der Mitte der Zelle genähert.

54. *Chlamydomonas basistellata* Pascher (Fig. 191). Zellen schön eiförmig, basal breit abgerundet. Membran enganliegend, soweit beobachtet, nicht abgehoben, vorne mit einem kleinen, aber sehr deutlichen Spitzchen und mit zwei Geißeln, die fast zweimal so lang als die Zellen sind. Chromatophor klein, in der Form eines basalen Napfes, der in der verdickten Mitte das Pyrenoid hat und dessen Ränder in kurze, kaum bis zur Zellmitte nach vorne reichende, dünne, oft auch sehr blaß gefärbte und manchmal verzweigte Fortsätze ausgezogen ist, die ungleich hoch einsetzen. Pyrenoid in der basalen Scheibe,

kugelig. Kern zentral; kontraktile Vakuolen vorne, zwei. Ohne Stigma. Längsteilung. Andere Stadien nicht beobachtet. Bewegung ungemein rasch. Länge 8–15 μ , Breite 6–11 μ .

In Pfützen mit faulenden Algenwatten. Anscheinend sapropelisch.

Diese Form sieht der *Chl. polydactyla* Chodat sehr ähnlich, hat aber im Gegensatz zu dieser keine abstehende Hülle, vorne ein deutliches Wärzchen und kein Stigma. Außerdem ist der Chromatophor bei *Chl. basistellata* viel kleiner und besteht eigentlich nur aus der intensiver gefärbten Basalscheibe, während die kurzen Fortsätze ganz blaß grün sind.

55. *Chlamydomonas elongata* Pascher (Fig. 192). Zelle fast verkehrt kegelförmig, vorne breit abgerundet, basal stumpf. Membran zart, mit kleiner Papille. Geißeln etwas über körperlang. Chromatophor entsprechend der Form der Zelle fast trichterförmig, mit basalem Pyrenoid, das Basalende etwas freilassend, sehr weit nach vorne reichend, mit sehr kleinem, fast unmerklichem Stigma. Kern etwas über der Mitte gelegen. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Zuerst ausgesprochene Längsteilung. Geschlechtliche Fortpflanzung, Cysten, Palmellen nicht gesehen.



Fig. 192. *Chlamydomonas elongata*.
a vegetative Zelle; b Teilungsstadium;
c junge Zelle.

Länge 18–22 μ ,
Breite 6–9 μ . Steht

der *Chlamydomonas attenuata* nahe, ist aber deutlich von ihr verschieden.

Altwässer bei Prag.

56. *Chlamydomonas pisiformis* Dill (Fig. 193). Zellen walzlich, meist mehr oder weniger nach vorne verbreitert und dann schwach oder deutlich verkehrt eiförmig; fast zweimal so lang als breit, basal und vorne breit abgerundet. Membran deutlich, vorne in eine große, ziemlich flache, von der übrigen Membran nicht scharf, abgesetzte, vorne geradlinig abgestutzte Papille verdickt. Geißeln etwas über körperlang. Chromatophor sehr groß, topfförmig, bis zum Vorderende reichend, manchmal mit seinem Vorderende noch zusammenneigend, basal ungemein verdickt und mit dieser basalen Partie meist das untere Drittel des Protoplasten ausfüllend. Stigma groß, länglich, über der der halben Höhe der Zelle, fast am vorderen Drittel gelegen. Pyrenoid sehr groß, basal. Kern annähernd in der Mitte. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen, meist gekrümmt und fast bohnenförmig. Teilung quer. Geschlechtliche Fortpflanzung beobachtet: Gameten 5–9 μ lang, ca. 5 μ breit. Zygote angeb-

lich mit einfacher (?) Membran. Bewegung in charakteristischer Weise schaukelnd, wobei die konkave Seite der Zelle nach aufwärts gerichtet ist. Demnach würde diese Art ohne Rotation sich bewegen (?). Länge 18–24 μ , Breite 11–14 μ .

Im Gebiete verbreitet, oft ausgesprochene Wasserverfärbung bildend. In flüssigen Kulturen gezogen, wird ohne weitere Veränderungen, nur die Membran verdickt (Dill).

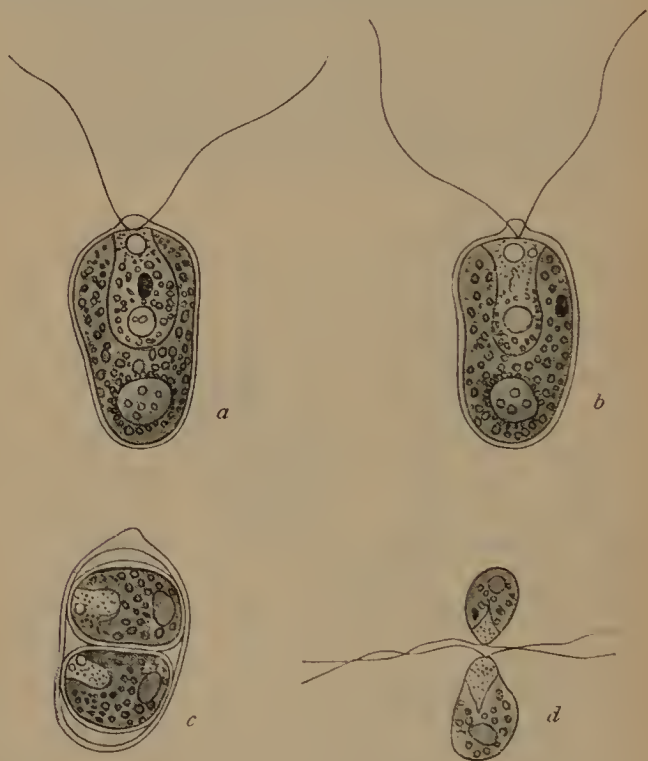


Fig. 193. *Chlamydomonas pisiiformis*. a, b vegetative Zelle; c Teilung; d Kopulation der Gameten (nach Dill).

57. *Chlamydomonas conocylindrus* Pascher (Fig. 194). Zellen kurz walzlich, vorne mit stumpfer Kante und fast gerade abgestutzt, basal aus der Mitte heraus fast kegelförmig verschmälert und stumpf. Membran sehr zart, vorne zu einer ganz kleinen Papille verdickt. Geißeln körperlang. Chromatophoren topfförmig, ziemlich dick, fast ganz nach vorne reichend; mit zartem, unregelmäßigem Rande, den letzten Teil des Hinterendes freilassend. Pyrenoid basal, ganz im Chromatophoren eingeschlossen. Kern zentral, kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Stigma fehlt.

Teilung der Länge nach angelegt, mit darauffolgender Querteilung; dann meist weitere zweite Teilung. Doch sind diese Verhältnisse, wie es mir schien, nicht konstant.

Geschlechtliche Fortpflanzung, Cysten, Palmellen nicht gesehen. Länge 18–27 μ Breite 9–15 μ .

Einmal aus einem Altwasser der Olsch im Böhmerwald.

Bei der Teilung wird bei dieser Art das Pyrenoid aufgelöst. Es bildet sich bei der ersten Teilung nicht gleich an den Tochterzellen und falls überhaupt nur zwei Tochterzellen gebildet werden, so treten sie meist ohne erkennbare Pyrenoide aus und entwickeln sie erst beim Heranwachsen. Folgt die zweite Teilung rasch auf die erste, so teilen sich die Tochterzellen ohne vorher das Pyrenoid gebildet zu haben und erst die vier Tochterzellen bilden oft erst nach dem Austreten die Pyrenoide. Vgl. Fig. 194b. Leider kamen keine Gameten zur Beobachtung, ebenso wenig Zygoten. Ich vermute aber, daß die Zoogameten ebenfalls ohne Pyrenoide sind, denn gerade bei ihrer Bildung folgen die Teilungen sehr rasch aufeinander.

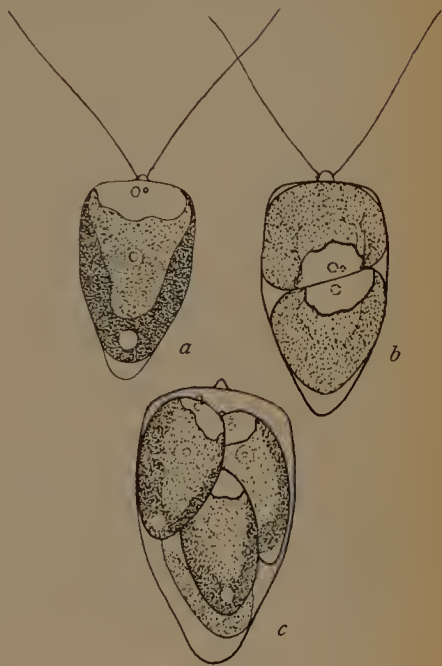


Fig. 194. *Chlamydomonas conocylindrus*. a vegetative Zelle; b, c Teilungsstadien.



Fig. 195. *Chlamydomonas caudata*. Oben vegetative Zellen; links unten Teilungsstadium, daneben Aplanosporenbildung, rechts unten reife Aplanospore (nach Wille).

58. *Chlamydomonas caudata* Wille (Fig. 195). Zellen gestreckt verkehrt eiförmig, basal lange und zu einem dünnen hyalinen Ende verschmälert; vorne breit abgerundet. Membran deutlich, vorne zu einer deutlichen breiten Warze verdickt, basal schwanzartig verlängert. Geißeln nicht ganz körperlang. Protoplast das hyaline Ende meist nicht ausfüllend, seltener einen kleinen hellen Zapfen hineinbildend, oft auch basal abgerundet. Chromatophor topfförmig, mit einem mächtigen Basalteile, der fast die untere Zellhälfte ausfüllt und mit seinen relativ dünnen Wänden fast bis zur Geißelinsertion reicht. Im verdickten Basalteile ein großes Pyrenoid; im vorderen Lumen, meist im vorderen Drittel, der Kern. Stigma groß, elliptisch, in der Mitte der Zelle oder mehr nach vorne gelegen. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Chromatophor mit zarter Längsstreifung, die vielleicht auf zarte rippenartige Vorsprünge zurückgehen mag. Vermehrung durch Längsteilung. Daneben wurde auch die Encystierung innerhalb der Membran zu kugeligen Aplanosporen beobachtet. Länge 20–38 μ Breite 8–16 μ .

In Wasserpflützen auf den Strandklippen bei Aalesund, in süßem Wasser. Anscheinend saprob, da die Pflützen mit dem ablaufenden Wasser der Klippfischtrockenplätze vermengt waren.

59. *Chlamydomonas subcaudata* Wille (Fig. 196–198). Zellen in ihrer Form schwankend, gestreckt ellipsoidisch eiförmig, mit stumpfem, abgerundetem, aber auch schwanzartig ausgezogenem, hyalinem Ende. Vorne breit abgerundet mit kaum

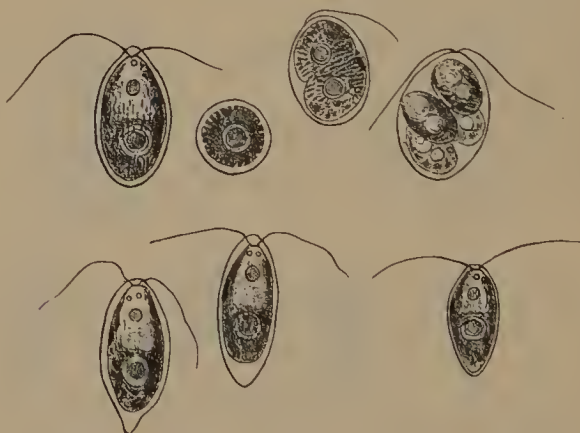


Fig. 196. *Chlamydomonas subcaudata*. Verschiedene vegetative Zellen; Zelle von rückwärts; Teilungsstadien (nach Wille).

merklicher Papille. Membran bis auf den Basalteile, wo die Membran manchmal schwanzartig absteht, anliegend. Protoplast meist gestreckt eiförmig, ohne basale Verlängerung. Chromatophor außen mit zarten Längsstreifen, basal sehr stark bis zur halben Zellhöhe verdickt, nach vorne bis zur Geißelbasis reichend und mit relativ zarten Längswänden. Pyrenoid groß, oft eckig, im Basalteile. Stigma annähernd in der Mitte

der Zelle, kurz strichförmig. Kern vor der Mitte gelegen, zwei vorne gelegene kontraktile Vakuolen. Geißeln nicht ganz so lang als die Zelle. Vermehrung durch etwas schräge Querteilung. Länge 15–39 μ , Breite 8–18 μ .

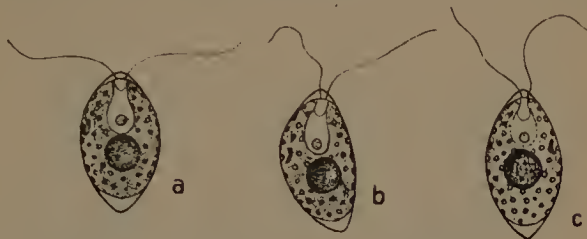


Fig. 197. *Chlamydomonas subcaudata* (nach West). Eine nicht ganz identische sehr asymmetrische Form.

Aus Norwegen in den Wasserpflützen der Klippfisch-trockenplätze (Aalesund). In stinkendem Wasser mit vielen Bakterien zusammen.

Chl. subcaudata steht der *Chl. caudata* sehr nahe, vielleicht stellen beide nur extreme Varianten derselben Art dar. Der Unterschied liegt eigentlich nur in der etwas anderen Form der Zelle und der, wenn auch nicht reinen, Querteilung der *Chl. subcaudata*.



Fig. 198. *Chlamydomonas subcaudata*. a, b, Zelle; c, d Teilung, Asymmetrie der Anordnung: Tochterzellen auf der einen erweiterten Seite; d von oben, c von der Seite; e Tochterzelle (nach Hazen).

60. *Chlamydomonas acutata* Korschikoff (Fig. 199). Zellen verkehrt eiförmig-länglich, vorne breit abgerundet, basal zugespitzt. Membran zart, basal vom Protoplasten nicht absteehend, vorne in eine sehr breite, nicht scharf abgesetzte, vorne gerade abgestuzte, niedrige Papille verdickt, mit zwei seitlich daraus kommenden, nicht ganz körperlangen Geißeln. Chromatophor topfförmig, glatt bis zur Papille reichend, mit

mächtig verdicktem Basalstücke, das bis zur Mitte der Zelle reicht. Pyrenoid in dieser Verdickung, kugelig. Stigma sehr groß, unregelmäßig; knapp vor der Mitte der Zelle. Kern vor dem Pyrenoid. Kontraktile Vakuolen vorne, zwei. Andere Stadien als die vegetativen Zellen nicht angegeben. Zellen bis 12 μ lang, bis 6 μ breit.

Rußland. In einer sehr nahekommenden, ein wenig gestreckteren Form aus Oberösterreich (Ischl).

61. *Chlamydomonas capitata* Scherffel und Pascher (Fig. 200). Zellen ellipsoidisch bis gestreckt verkehrt-eiförmig, manchmal fast kegelförmig, gegen die Basis verschmälert; basal stumpf

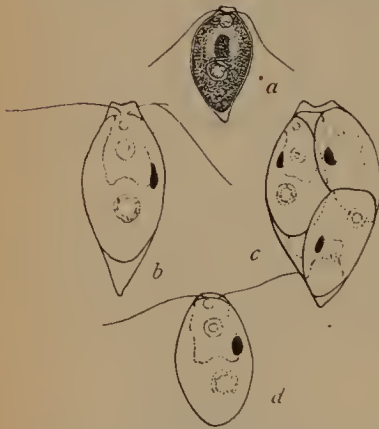


Fig. 199. *Chlamydomonas acutata*. *a* vegetative Zelle; *b* vegetative Zelle; Organe nur im Umrisse eingetragen; *c* Teilung; *d* junge Zelle (*a* nach Korschikoff).

oder abgerundet-stumpf. Membran zart, vorne zu einer auffallend großen Papille verdickt, die fast so breit wie die Zelle ist, und sich nach vorne nur wenig verschmälert, dann gerade und quer abgestutzt ist. In diese Papille ragt oft eine kleine Papille des Protoplasten hinein, aus der zwei Geißeln kommen, die schräg die Papille durchsetzen und an den Ecken der Papille austreten. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperläng. Chromatophor sehr groß, nur das vordere, breit abgerundete Ende des Protoplasten freilassend; topfförmig, mit sehr stark verdicktem Basalstücke, in dem sich axial ein großes Pyrenoid befindet. Stigma am Grunde des vorderen Drittels. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung und andere Stadien nicht beob-

achtet. Um die Zelle manchmal eine deutliche, oft weite Gallerthülle. Länge der Zelle 12–20 μ , Breite 6–8 μ . Eine sehr auffallende Form.

Vom Südrand der Karpathen. Aus dem Böhmerwald.

Die Monade bildet auch *Gloeocystis*-artige Lager, in denen die Zellen bis auf den Geißelverlust, der aber ebenfalls nicht immer eintritt, fast unverändert liegen. Sie bewegen sich auch innerhalb der Gallertlager. Völlig abgerundete oder encystierte Zellen sah ich niemals. Dagegen zeigten die Protoplasten in diesen Stadien oft rasche, ruckartige, metabolische Bewegungen, bei denen die morphologische Orientierung trotz der weitgehenden Formveränderung infolge der riesigen Papille sehr leicht war. Innert einzelner beweglicher Zellen waren auch acht Tochterzellen zu sehen, sie hatten beim Ausschwärmen eine etwas kleinere, aber immerhin noch eine sehr große Papille, waren mehr ellipsoidisch-eiförmig. Ich halte sie für Gameten sah aber, wie ausdrücklich bemerkt sei, keine Kopulation.

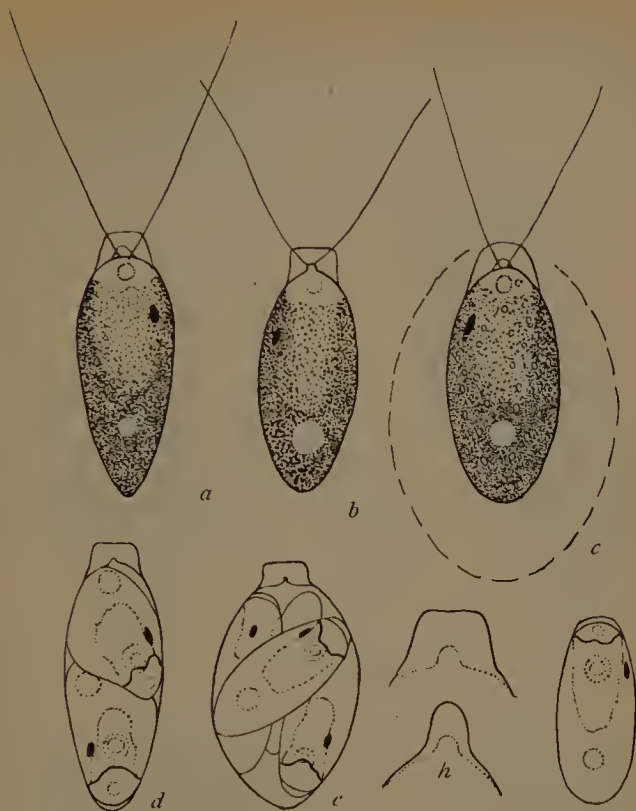


Fig. 200. *Chlamydomonas capitata*. a, b, c vegetative Zellen; d, e Teilung; f junge Zelle; g, h Vorderende mit Papille von beiden Seiten (a—c nach Scherffel).

Untergattung II. *Agloë*.

Agloë Pascher, als Gattung.

Jene Arten umfassend, die das Pyrenoid in einer Querplatte des zu allermeist röhrenförmigen und wandständigen Chromatophoren haben. Es gibt aber eine Form, die noch einen ausgesprochen topfförmigen Chromatophoren hat.

Der Kern liegt meist, aber nicht immer, in der basalen Ausbuchtung des im optischen Längsschnitte H-förmigen Chromatophoren. Auch hier wäre die cytologische Untersuchung speziell des Geißelapparates in seinen Zusammenhängen mit dem Kerne, der doch in vielen Fällen durch die Querplatte vom Geißelapparat getrennt ist und soweit von ihm absteht, notwendig.

In dieser Untergattung sind erst wenige Arten bekannt, sie ist wohl viel reicher entwickelt.

Agloë entspricht der Untergattung *Pseudagloe* bei *Carteria*. Bestimmungsschlüssel der hierhergehörigen Arten s. S. 183.

62. *Chlamydomonas regularis* Korschikoff (Fig. 201). Zellen breit ellipsoidisch, basal manchmal fast unmerklich verbreitert und beidseits breit abgerundet. Membran deutlich, anliegend; vorne in eine kleine, breit kegelförmige, stumpfe Papille verdickt.

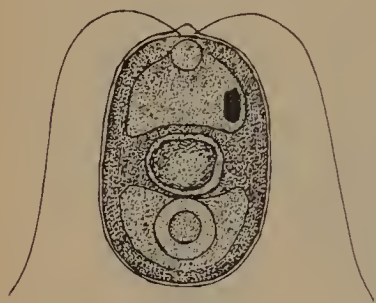


Fig. 201. *Chlamydomonas regularis* (nach Korschikoff).

Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Chromatophor im Prinzip topfförmig, die Zelle bis zur Papille auskleidend, in halber Höhe der Zelle aber mit einer mächtigen Querplatte versehen, die in der Mitte leicht verdickt ist und hier das etwas breitkugelige Pyrenoid hat. Kern im unteren Hohlranne. Stigma im vorderen Drittel des Chromatophoren, groß, unregelmäßig elliptisch. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Teilung und geschlechtliche Fortpflanzung nicht angegeben. Zellen 22–28 μ lang, bis 18 μ breit.

Rußland: Charkow.

Diese Art stellt vielleicht einen Übergang zu Formen mit zwei einander gegenüberliegenden Stigmen, wie *Chl. longistigma* oder *Chl. platyrhyncha* dar.

63. *Chlamydomonas pseudagloë* Pascher (Fig. 202). Zellen ellipsoidisch bis breit eiförmig. Nach vorne leicht verschmälert. Basal abgerundet, vorne stumpf. Membran zart, ohne Papille.

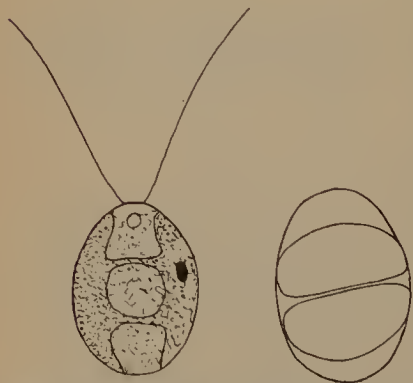


Fig. 202. *Chlamydomonas pseudagloë*. a vegetative Zelle; b Teilung.

Geißeln etwas über körperlang. Chromatophor im Längsschnitte plump H-förmig, mit sehr dicker äquatorialer Querplatte und dickem Wandstücke, das die beiden Enden freiläßt. Pyrenoid zentral in der äquatorialen Querplatte des Chromatophoren. Stigma ebenfalls fast äquatorial gelegen. Lage des Kernes nicht festgestellt. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Teilung quer. Länge der Zellen 13 bis 16 μ , Breite 9–14 μ . Bislang nur aus Kulturen (Prof. Pringsheim).

64. *Chlamydomonas Dangeardii* Chmiliowski (Fig. 203). Zellen eiförmig ellipsoidisch, nach vorne oft deutlich verschmälert, beidseits breit abgerundet. Membran deutlich, vielleicht sogar derb; mit sehr großer, kegelförmiger, nicht scharf abgesetzter, vorne breit stumpfer Papille und zwei körperlangen Geißeln. Chromatophor nicht scharf differenziert, oft deutlich längs-

streifig; im Prinzip wohl ebenfalls topfförmig, mit ganz besonders mächtig verdicktem Basalstücke, darin das größerunde bis quer-ellipsoidische Pyrenoid, das infolge dieser Verdickung fast in die Mitte der Zelle zu liegen kommt. Chromatophor aber hinter dem Pyrenoid ausgehöhlt, optischer Längsschnitt des Chromatophoren daher sehr ungleich H-förmig. Stigma strichförmig im vorderen Viertel, oft blaß, bei alten Zellen oft undeutlich. Kern vorne gelegen. Kontraktile Vakuolen zwei.



Fig. 203. *Chlamydomonas Dangeardii*. *a* vegetative Zelle; *b* gefärbt, Streifung des Chromatophoren; *c*—*e* Teilung (nach Chmiliewski).

Querteilung nach Drehung des Protoplasten, was besonders schön in der Lage des Stigmas und der Vakuolen zu sehen ist, die dann nicht vorne zu liegen kommen, sondern seitwärts. Meist vier Schwärmer gebildet, seltener mehr (acht) besonders in Kulturen. Pamelloide Vereinigungen bekannt. Zellen 14–28 μ lang, 8–17 μ breit. Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet.

In Polen. Ich konnte diese Form öfters sehen, sie scheint sehr verbreitet zu sein.

Die Diagnose wurde, soweit sie den Chromatophoren betrifft, nach von mir gesehenen Formen gemacht. Aus der Be-

schreibung Chmiliewskis geht die Form des Chromatophoren nicht klar hervor; es ist aber immerhin möglich, daß Chmiliewski Formen mit topfförmigen Chromatophoren vorgelegen seien.

65. *Chlamydomonas biciliata* Korschikoff (*Agloë biciliata* Pascher) (Fig. 204 e, f). Zellen schön ellipsoidisch, ungefähr zweimal so lang als breit, beidseits schön abgerundet, ohne Papille. Geißeln etwas über halb körperlang. Chromatophor röhrenförmig mit den beiden Enden, entsprechend der Form der Zellen, kegelförmig zusammenneigend, in der Mitte leicht eingezogen; die Querplatte mit rascher Verbreiterung in den Röhrenteil übergehend, an der Stelle des zentral in der Platte liegenden Pyrenoides leicht verdickt; Ränder des Chromatophoren deutlich lappig. Kein Stigma. Kern im vorderen der beiden kegelförmigen Lumina, meist exzentrisch. Kontraktile Vakuolen meist 5—6, auf die beiden Enden der Zelle verteilt. Zellen 13—15 μ lang, 5—7 μ breit.



Fig. 204. *Chlamydomonas*. a—d *Chl. cylindrica*; e *Chl. biciliata*; f *Chl. biciliata* Chromatophor; g *Chl. silvicola* (a—d, g nach Chodat).

santen wahrscheinlich mit einer endosymbiontischen Blanalge lebenden *Paulinella* (Rhizopod).

Bislang nur aus einer Schlammprobe vom Großteich zu Hirschberg i. Böhmen, zusammen mit der interes-

66. *Chlamydomonas silvicola* Chodat (*Agloë silvicola* Pascher) (Fig. 204 g). Unvollständig beschrieben. Gestreckt-ellipsoidisch, etwas gestreckter als die vorhergehende Art, über zweimal fast dreimal so lang als breit, beidseits abgerundet; ohne Membranpapille. Chromatophor nach der allerdings nicht ganz klaren Zeichnung, anscheinend basal stärker ausgebildet als in der vorderen Hälfte, mit einer Querplatte, die sehr dick ist allmählich sich zur Röhre verbreitert. Stigma im vorderen und Viertel der Zelle; Pyrenoid in der üblichen Lage. Über den Kern wird nichts gesagt. Geißeln körperlang. Länge 11—15 μ , Breite 4—8 μ .

Schweiz: Waldhänge in der Bergregion von Tzouss am Fuße des Velan. In der Bodenflora des Nadelwaldes.

67. *Chlamydomonas cylindrica* Chodat (*Agloë cylindrica* Pascher) (Fig. 204a–d). Zellen viermal und darüber länger als breit; beidseits abgerundet; nach vorne manchmal leicht verschmälert. Membran vorne mit einer sehr kleinen deutlichen und scharf abgesetzten Papille. Geißeln annähernd halb-körperlang. Mittelplatte des Chromatophoren sehr kräftig, die Lumina daher nicht kegelförmig, sondern länglich oder sogar gegen die Enden verbreitert. Pyrenoid mehr im oberen Teile der Querwand. Zellkern im hinteren Lumen, in der unteren Aushöhlung der Querwand. Stigma in der vorderen Hälfte, knapp über der Querwand des Chromatophoren. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Vermehrung durch Längsteilung: vier Tochterzellen.

Länge 17–29 μ ,
Breite 6–7 μ .

Schweiz: in ungefähr 2200 m Höhe in der Nähe des Alpengartens Linnaea.

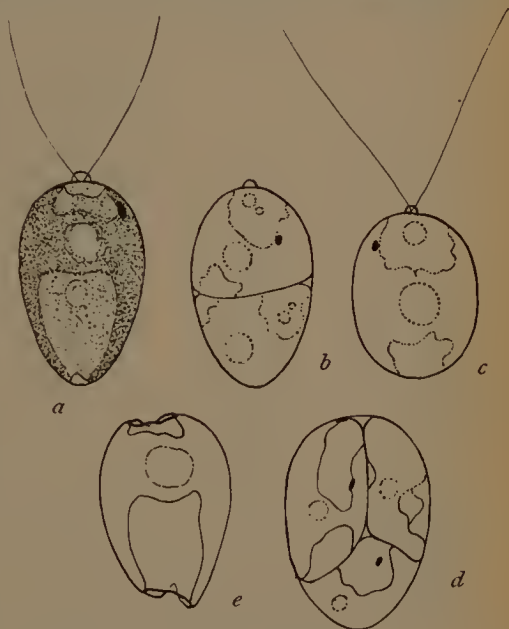


Fig. 205. *Chlamydomonas obversa*. a vegetative Zelle; b, c Teilung; c junge Zelle; d Chromatophor einer erwachsenen Zelle.

68. *Chlamydomonas obversa* Pascher (Fig. 205). Zellen breit verkehrt eiförmig; vorne breit, manchmal fast halbkugelig abgerundet, basal stumpf. Membran sehr zart, vorne in eine mächtige breite, nichtscharf abgesetzte, sondern etwas ver-

mittelte, breit abgerundete und nicht ausgerandete Papille verdickt; zwei körperlange Geißeln. Chromatophor sehr zart, manchmal sehr schwach längstreifig, in seiner Gestalt nicht leicht zu erkennen. Im optischen Längsschnitt einem H ähnlich, dessen obere Enden sehr kurz und dessen untere Enden länger und zusammenneigend sind, während der Querbalken sehr kräftig ist und allmählich in die Enden ausgekeilt. In Wirklichkeit ein wandständiger Chromatophor, der die beiden Enden der Zelle frei läßt, aber über der Mitte eine mächtige Querplatte ausgebildet hat, die sich allmählich in das Wandstück des Chromatophoren verbreitert. In der Querplatte ein großes Pyrenoid, mit zahlreichen kleinen Stärkekörnern. Stigma ganz vorne gelegen, kurz strichförmig, länglich, tief rotbraun. Im vorderen kleinen Lumen zwei kontraktile Vakuolen, im hinteren knapp unter der Mitte der Zelle der Kern. Teilung der Länge nach unter

fast gleichzeitiger Drehung des Protoplasten in der Quere. Tochterzellen mehr eiförmig, länglich; ihr Chromatophor sehr unbestimmt begrenzt, doch mehr topfförmig mit sehr dickem Basalstücke. Beim Wachsen der Tochterzellen scheinen die basalen Partien des Chromatophoren mehr und rascher zu wachsen als die vorderen. Zellen 13–19 μ , lang.

Aus Rohkulturen im Wasser, das aus einem Altwasser der Traun zwischen Ischl und Laufen geschöpft war (Österreich).

Diese Form hat genau denselben Chromatophorenbau, wie *Chl. inversa*; diese ist aber kugelig und hat kein Pyrenoid.

69. *Chlamydomonas agloëformis* Pascher (Fig. 206). Zellen dorsiventral abgeflacht, mit sehr flacher Bauchseite und hochgewölbter Rückenseite. Von der Breitseite eiförmig, basal breit abgerundet, von der Seite gesehen mit regelmäßig gewölbter Rückenseite, breit abgerundetem Hinterende und spitzem Vorderende winkelig in die flache Bauchlinie übergehend. Membran sehr zart, vorne in eine kleine Papille verdickt. Geißeln körperlang. Chromatophor plump röhrenförmig, die beiden Enden freilassend, in der Mitte mit einer mächtigen Querwand versehen, in der das große runde Pyrenoid sitzt. Chromatophor daher im optischen Längsschnitte sehr plump, H-förmig. Stigma auffallend groß, länglich knapp über halber Höhe. Lage des Kerns nicht ermittelt. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne

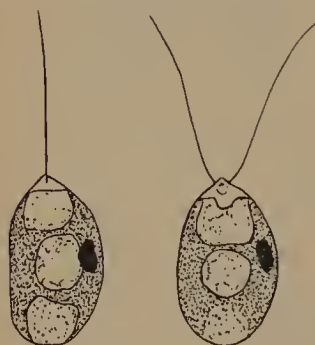


Fig. 206. *Chlamydomonas agloëformis*. a von der Schmalseite; b von der Rückenseite.

gelegenen, Teilung wohl der „Quere“ nach. — Andere Studien nicht beobachtet. Länge der Zellen 12 μ , Breite 7 μ .

In Reinkulturen von Dr. F. Mainx.

70. *Chlamydomonas obtusata* Korschikoff (Fig. 207). Zellen gestreckt verkehrt eiförmig ellipsoidisch, beidseits abgerundet, mit ziemlich derber Membran, die vorne in eine nicht scharf abgegrenzte stumpfe Papille verdickt ist. Chromatophor im optischen Längsschnitte H-förmig. Das Wandstück desselben gegen die beiden Enden zu durch undeutliche Längsspalten in ungleichmäßige Längslappen aufgelöst. Pyrenoid in der Querwand des Chromatophoren, groß, rund. Stigma groß und deutlich, äquatorial gelagert, in seiner Form nicht konstant, doch immer nach vorne zugespitzt. Kern basal. Teilung der Länge nach, wobei der Kern nach vorne wandert, dann Drehung des Protoplasten bis zur Querlage. Kopulation atactogam. Gameten morphologisch mit den vegetativen Zellen übereinstimmend. Zygotenwand glatt. Zellen 10–20 μ lang, 4,5–12 μ breit.



Fig. 207.
Chlamydomonas obtusata (nach Korschikoff).

Rußland: Charkow in einer Zimmerkultur.

71. *Chlamydomonas rhopaloides* Korschikoff (Fig. 208). Zellen gestreckt ellipsoidisch, basal in einer kurzen, abgerundet-stumpfen Schwanz zusammengezogen. Membran zart, bei ausgewachsenen Exemplaren am Schwanzteil abstehend, so daß der Protoplast die gestreckt ellipsoide Gestalt behält; vorne in eine überaus breite, allmählich vermittelte niedrige und deutlich und breit ausgerandete Papille verdickt; mit zwei relativ weit voneinander abstehenden Geißeln, die etwas über halbkörperlang sind. Chromatophor röhrenförmig, an seinen beiden Enden zusammenneigend, in der Mitte der Zelle mit einer dicken Querplatte versehen, in der das große, kugelige Pyrenoid liegt. Außenseite des Chromatophoren in mehr oder weniger schmalere oder breitere der Länge nach verlaufende Bänder zerschnitten. Stigma in der vorderen Hälfte. Kern basal. Kontraktile Vakuolen, vorne, zwei. Erste Teilung der Länge nach angelegt, dann Querdrehung. Länge der Zellen 20–30 μ ; Breite 6–12 μ .



Fig. 208.
Chlamydomonas rhopaloides (nach Korschikoff).

- Rußland: Charkow; vielleicht auch aus einem Altwasser der Traun in Oberösterreich.
72. *Chlamydomonas speciosa* Korschikoff (Fig. 209). Zellen ellipsoidisch bis gestreckt eiförmig, beidseits stumpf, oder basal breit abgerundet. Membran zart, doch deutlich; vorne zu einer nicht scharf abgesetzten, breiten, gerade abgeflachten Papille verdickt. Geißeln kürzer oder ebenso lang wie die Zelle. Chromatophor aus einer dicken Mittelpartie in halber Zellhöhe bestehend, mit einem kugeligen Pyrenoide, während die Wandteile des Chromatophoren, der bis zu den beiden Zellenden reicht, durch tiefe Längs- und Querschnitte in vier kreuzförmig stehende Lappen zerlegt ist. Stigma relativ klein, etwas unter dem Pyrenoide gelegen. Kern im unteren Drittel der Zelle. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Erste Teilung ohne Drehung des Protoplasten schief oder quer. Kopulation in ihrer Größe sehr schwankender Isogameten, die die Größe vegetativer Zellen erreichen. Gameten behäutet, bei der Kopulation die Membran abstreifend.

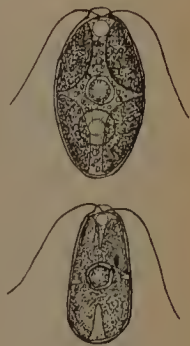


Fig. 209.
Chlamydomonas speciosa. a bei tiefer Einstellung; b bei oberflächlicher Einstellung (nach Korschikoff).

- Zellen 8–11 μ lang, 4–10 μ breit.
Rußland: Charkow.
73. *Chlamydomonas stellata* Dill (Fig. 210). Zellen breit ellipsoidisch bis schwach verkehrt eiförmig, mit abgerundeten Enden. Membran zart mit kleiner, nicht scharf abgesetzter, stumpfer Papille. Chromatophor groß, ganz nach vorne reichend, durch tiefe, radiäre Furchen in polygonal aneinanderschließende Teile gelappt, die bei Oberflächen-

einstellung den Eindruck machen, als seien mehrere plattenförmige, sich gegenseitig, polygonal abplattende Chromatophoren vorhanden. In Wirklichkeit sind alle diese Teile, die sich gegen die Mitte der Zelle verschmälern in solider Verbindung mit der



Fig. 210. *Chlamydomonas stellata*.
 a vegetative Zelle bei tiefer Einstellung;
 b oberflächlicher Einstellung; c im optischen Querschnitte (nach Dill).

zentral gelegenen Partie des Chromatophoren, der etwas unter der Mitte der Zelle liegt und ein mächtiges Pyrenoid enthält. Diese massive zentrale Partie des Chromatophoren reicht aber nicht bis an den Grund der Zelle sondern hat auch hier ein Lumen. Im optischen Längsschnitte zeigt daher der Chromatophor ein vorderes leicht verkehrt kegelförmiges Lumen eingehüllt von den parietalen ziemlich dicken Teilen des Chromatophoren, die basal durch eine dünnere Partie verbunden sind, während sie etwas unter der Mitte verbunden werden durch eine Brücke, in der das Pyrenoid ist. Im optischen Querschnitte erscheint der Chromatophor durch die radiären Furchen sternförmig gelappt. Der Kern liegt vor dieser zentralen Chromatophorenpartie. Das Stigma liegt im vorderen Viertel der Zelle, und ist groß und länglich. Vermehrung durch Querteilung. Andere Einzelheiten nicht angegeben. Länge 18–20 μ , Breite 10–13 μ .

Im Gebiete mehrfach gefunden.

Untergattung III. *Amphichloris*.

Chlamydomonas-Arten mit zwei in der Achse der Zelle liegenden Pyrenoiden, das eine vor, das andere hinter dem annähernd zentral liegenden Zellkerne. Chromatophoren nicht selten gestreift oder längsrippig.

Diese Formen sind cytologisch noch nicht untersucht. Es wäre interessant festzustellen, wie hier der Zusammenhang zwischen Kern und Geißelapparat ist, da sich ja zwischen Kern und Geißelbasis der Chromatophorenteil mit dem vorderen Pyrenoid einzieht und ferner wie hier Kernteilung und Neubildung des Geißelapparates

erfolgt. Ebenso ist das Verhalten der Pyrenoide bei der Teilung nicht ganz klar, wahrscheinlich auch nicht einheitlich. Ich konnte in einem Falle sehen, daß das basale Pyrenoid geteilt, das andere aber aufgelöst wurde, so daß die Tochterzellen nur ein Pyrenoid enthielten, während das andere erst später, ich kann aber nicht sagen, ob durch Neubildung oder Teilung des einzigen, entwickelt wurde. Allem Anscheine nach werden sich die einzelnen Arten vielleicht nicht gleich verhalten.

Ausbildungen mit zwei axialen Pyrenoiden sind bei *Carteria* noch nicht nachgewiesen worden.

Bestimmungsschlüssel der hierhergehörigen Arten s. S. 184.

74. *Chlamydomonas metastigma* Stein
em. Goroschankin (Fig. 211). Zellen schön bis sehr breit ellipsoidisch, fast $1\frac{3}{4}$ mal so lang als breit. Basal und vorne breit abgerundet. Membran deutlich, meist eng-anliegend ohne vordere Papille. Geißeln immer länger als die Zelle. Chromatophor groß, sehr weit nach vorne reichend, basal verdickt und in dieser Verdickung das eine hintere Pyrenoid, dann mantelförmig die Zelle bis über die Mitte auskleidend über der Mitte wieder solid und hier das zweite Pyrenoid führend, worauf sich der Chromatophor sehr rasch verdünnt, knapp unter der Geißelbasis endet und nur eine kleine hyaline Zone vorne frei läßt. Kern im mittleren Raum des Lumens oft etwas exzentrisch gelagert. Das vordere Pyrenoid oft verdoppelt, beide aber dann dicht nebeneinander liegend. Stigma im hinteren Viertel, halbkugelig vorspringend, sehr deutlich, selten bis zur Mitte der Zelle vorgerückt. Länge der Zellen 12–20 μ .

Von Stein in Böhmen beobachtet, von Goroschankin in Rußland wiedergefunden, von mir in Holstein (Wiesentümpel bei Gleschendorf) gesehen. Unvollständig bekannte Art. Es fehlen alle Beobachtungen, die sich auf andere Stadien als die vegetative Zelle beziehen. Ihr Vorkommen wie bei anderen Arten.

75. *Chlamydomonas pertusa* Chodat (Fig. 212/213). Zellen sehr selten kurz-ellipsoidisch, meist gestreckter; meist beidseits sehr breit und fast halbkugelig abgerundet. Junge Zellen mehr ellipsoidisch, bis fast ellipsoidisch-eiförmig. Membran sehr zart, soweit

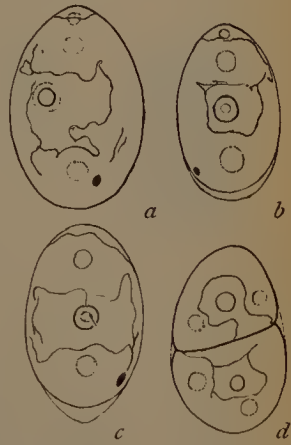


Fig. 211. *Chlamydomonas metastigma*. a, b, c, e vegetative Zellen; d Teilung, Chromatophor nicht sehr deutlich, daher nur ganz allgemein eingetragen.

1) Stein bildet bei seiner *Chl. grandis* = *Chl. penium* ebenfalls solche Tochterzellen mit nur einem Pyrenoide ab.

beobachtet, immer anliegend, mit einer ganz starken kleinen Papille, die oft nur schwer zu sehen ist, Chromatophor an beiden Enden der Zelle sehr kräftig, fast halbkuglig entwickelt; hier je ein großes, kugeliges bis stumpfkantiges Pyrenoid. Zwischen diesen mächtig ausgebildeten Chromatophorenendteilen stellt nur eine sehr dünne röhrlige Partie des Wandstückes die Verbindung her. So scheint es, als ob der Chromatophor in der Mitte der Zelle völlig durchbrochen wäre resp. aus zwei den Enden der Zelle genäherten Teilen bestünde. Stigma in der vorderen Zelhälfte, elliptisch. Beide kontraktile Vakuolen, vorne. Geißeln über körperläng.

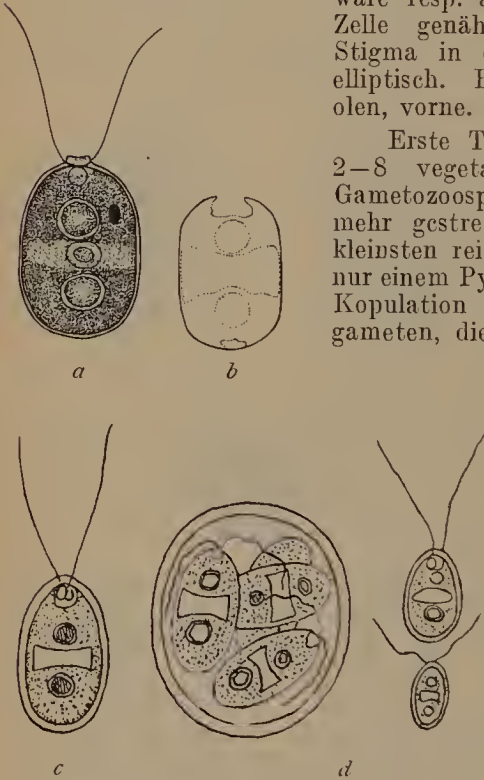


Fig. 212/13. *Chlamydomonas pertusa*.
a Zelle; b Chromatophor; c vegetative Zelle;
d Teilung und junge Zellen (a nach Korschikoff; c, d nach Chodat).

Erste Teilung der Quere nach; 2–8 vegetative Zellen ergebend. Gametozoosporen zu 4–16 gebildet, mehr gestreckt eiförmig; nur die kleinsten rein eiförmig und diese mit nur einem Pyrenoid. Isogamie durch Kopulation dieser behäuteten Zoogameten, die ohne ihre Membran ab-

zustreifen eine behäutete, bewegliche Zygote liefern (Zygozoosporen), die fast kugelig ist, 2–4 Pyrenoide, 2 Stigmen, 2 Vakuolen und 4 Geißeln hat und wie eine *Carteria* aussieht und sehr lange, nach Korschikoff einige Tage, beweglich bleiben kann, schließlich eine derbhäutige Zygosporie bildet, die eine glatte, unskulpturierte Membran hat.

Vegetative Zellen 16–24 μ lang, 10–14 μ breit.

Aus der Schweiz (Grand-Saleve-Chodat); Rußland (um Charkow) Korschikoff, aus Holsteinschen Wiesenstümpeln (Pascher). Die vorstehende Diagnose ist größtenteils nach den ausführlichen Angaben Korschikoffs gemacht.

Es gibt eine weitere der *Chl. pertusa* sehr ähnliche Art, mit deutlich längsrippigen Chromatophoren, doch viel kleiner und schlanker (8–10:4–6 μ), mit mehr äquatorial gelegenen Stigma. Diese Formen sehen kleinen Penien sehr ähnlich (*Chl. penioides*). Aus Torfstümpfen (um Mugrau, Böhmerwald). Die Bewegung dieser Formen auffallend schlingernd.

76. **Chlamydomonas sacculiformis** Korschikoff (Fig. 214). Zellen sehr gestreckt eiförmig, geradlinig oder fast konkav nach vorne verschmälert. Membran zart, vorne in eine flache, kuppenförmige, breite, stumpfe Warze verdickt. Geißeln nur halb körperlang. Chromatophor im Prinzip topfförmig. Basal sehr stark verdickt. Das fast bis zur Papille reichende, lange Wandstück besitzt über der Zellmitte eine mächtige Querwand, die allmählich sich verbreiternd, in das Wandstück übergeht. In der basalen, wie in der Querwandverdickung je ein großes rundes Pyrenoid. Chromatophor im hinteren Viertel deutlich, sonst undeutlich gestreift. Stigma vorne gelegen, strichförmig. Kern im unteren Teile des durch die Querplatte des Chromatophoren in zwei Teile geteilten Lumens. Kontraktile Vakuolen vorne, Zellen bis 28 μ lang.



Fig. 214.
Chlamydomonas sacculiformis (nach Korschikoff).

In Torfsümpfen. Rußland (Charkow).

77. **Chlamydomonas Kleinii** Schmidle (Fig. 215). Zellen normalerweise in locker schleimigen, rundlichen Aggregaten lebend; in diesen in geschichtete Gallerten eingehüllt, die sich durch die Teilungen vergrößern, doch nur lose zusammenhängen und durch stärkere Bewegung, Schütteln, sich voneinander trennen. Bewegliche Zellen ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet, mit enganliegender, zarter Membran, vorne ohne Wärtchen (Schmidle gibt in seiner späteren Arbeit an, daß manchmal, und auch dann nur schwer, ein winziges Wärtchen zu beobachten sei). Geißeln sehr zart, etwas länger als die Zelle, die annähernd doppelt so lang als breit ist. Chromatophor aus 15–25 Längsrippen bestehend, die meist in der Längsrichtung verlaufend, manchmal leicht schraubig gedreht, korbartig die Zelle auskleiden. Kontur der Rippen nicht gleichmäßig, oft gelappt. Zwischen den Rippen deutliche helle Zonen, frei von Chlorophyll. Im optischen Querschnitte erscheinen die Rippen als ein Ring voneinander getrennter, nach innen verschmälertes Trapeze. Hier und da sind kleine Verbindungen zwischen den Rippen vorhanden. Rippen nicht gleichmäßig dick, stellenweise verdünnt. Ein Pyrenoid im vorderen, das andere im hinteren Viertel. Kern zentral. Stigma im vorderen Viertel: ein schmaler roter Strich in der Längsrichtung der Zelle. Vermehrung durch Teilungen, welche immer quer zur Längsachse des sich teilenden Protoplasten liegen. Bis drei Teilungen in einer Zelle. Tochterzellen oft nicht austretend, sondern sich sofort wieder mit Gallerthüllen umgebend. Teilung nur im ruhenden Zustande. Daneben die Bildung kleiner Schwärmer, bis zu 32–64, in einer Zelle, die vielleicht Gameten sind und nach den Beobachtungen Schmidles vielleicht mit ruhenden Zellen kopulieren. In den Gallertstadien leben die Zellen auch in geißellosem Zustande, sind schwacher, amöboider Bewegung fähig, können aber jederzeit zur beweglichen Phase zurückkehren. Ruhende Zellen

zeigen oft die Organe des Chromatophorenapparates nicht mehr deutlich. Länge der Zelle 32–38 μ , Breite 8–12 μ .

Als schleimige, grüne Massen Wasserpflanzen, Steine oder Holz überkleidend; in Brunnen und Teichen. Bis jetzt aus dem Schwarzwalde, wahrscheinlich in Berglagen verbreiteter.

Diese Form wäre besser bei den *Tetrasporales* einzustellen, zu denen sie einen ungemein drastischen Übergang darstellt.

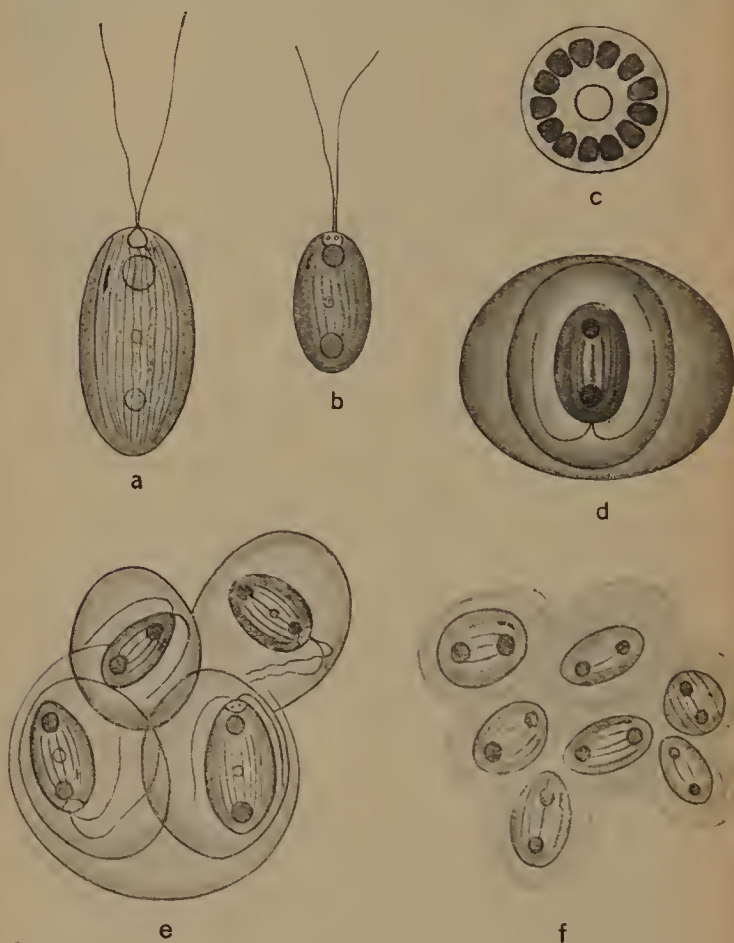


Fig. 215. *Chlamydomonas Kleinii*. *a, b* vegetative Zellen; *c* Zelle im optischen Querschnitte, Zusammensetzung des Chromatophoren aus getrennten Längsstäben deutlich; *d* Zelle in Gallerthüllen; *e* mehr *Gloeocystis*-artiges; *f* mehr *Palmella*-artiges Lager (nach Schmidle).

Die Zellen haben den beweglichen Zustand bereits sichtlich verkürzt und leben vorherrschend in den bis walnußgroßen, oft blasigen Lagern.

78. *Chlamydomonas penium* Pascher (Fig. 216–217) (*Chlamydomonas grandis* Stein z. T.). Zellen fast walzlich, an den Enden ab-

geflacht oder etwas abgerundet. Membran sehr zart, anliegend doch auch manchmal durch eine gallertige Schicht abgehoben. Vorne eine spitze, kegelförmige Papille, die ziemlich scharf ab-

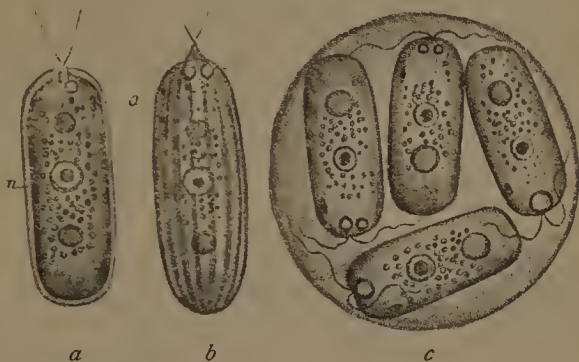


Fig. 216. *Chlamydomonas penium*. *a*, *b* vegetative Zellen; bei *a* mit etwas verschleimter Haut; *a* bei tiefer Einstellung; *b* bei oberflächlicher Einstellung; *c* Teilung (nach Stein).

gesetzt ist. Bei abgehobener (vergal-lerteter) Membran Spitze wenig deutlich, da in die Gallerthülle eingesenkt. Protoplast mit einem Protoplasma-schnäbelchen in die Membranpapille ragend. Chromatophor sehr zart, oft sehr breitmaschig. Mit zarten Längs-streifen, die Längsfurchen resp. -rippen entsprechen. Die Längsrippen oft an den Enden frei und dann gegen die Achse zusammenneigend. Kern in der Mitte der Zelle. Über und unter ihm, in der Achse je ein großes deutliches Pyrenoid, das in einer sehr grobmaschigen, blaßgrün gefärbten Plasmaansammlung liegt. Vorderes Pyrenoid oft kleiner. Stigma im vorderen Drittel, lang, strichförmig. Vorne zwei Vakuolen. Bei der Teilung (Querteilung) vier Tochterzellen liefernd, von denen jede oft nur ein Pyrenoid hat (das untere); sonst ist die Form der Zellen auch in der Jugend fast die gleiche. Die jungen Zellen wachsen nur wenig in die Dicke, aber sehr in die Länge. In der Jugend ist der Chromatophor nur wenig streifig. Geißeln in jungen Zellen fast körperlang, an ausgewachsenen kaum halbkörperlang. Andere Stadien nicht beobachtet.

Zellen 35–40 μ lang; 8–12 μ breit.

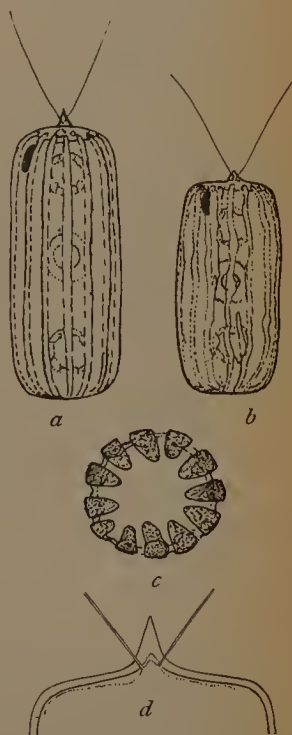


Fig. 217. *Chlamydomonas penium*. *a*, *b* verschiedene Zellen; *c* Chromatophor von vorne; *d* vorderes Ende der Zelle.

Sehr auffallende Form. In reinen, pflanzenreichen Seen, Teichen (Böhmen Stein); Tümpel am Hallstädter See (Pascher).

Diese sehr gut charakterisierte Art wird von Stein mit der pyrenoidreichen *Chl. Cienkowskii* zu *Chl. grandis* vereinigt. Auf die Schwierigkeiten dieser Steinschen Sammelart hat bereits Schmidle aufmerksam gemacht. Mit den pyrenoidreichen Formen hat unsere Art nur die äußere Zellform gemeinsam.

Untergattung IV. *Chlamydella*.

Chromatophor topfförmig, oft etwas einseitig entwickelt oder einseitig muldenförmig, immer das Pyrenoid seitlich in einer meist in halber Höhe der Zelle befindlichen Verdickung. Manchmal sind zwei sich gegenüberliegende Pyrenoide vorhanden oder (in einem Falle) das Pyrenoid ist in der Form eines äquatorialen Ringes entwickelt, der manchmal nicht ganz geschlossen ist oder auch in mehrere völlig getrennte oder untereinander im Zusammenhang stehende Teile zerfallen kann. Der Kern ist oft in der hinteren Hälfte gelegen.

Direkte Übergänge zur Untergattung *Euchlamydomonas* sind nicht vorhanden.

Die Untergattung *Chlamydella* läßt sich in zwei Sektionen gliedern, die durch zahlreiche Übergänge verbunden sind, während die extremen Ausbildungen einen voneinander sehr abweichenden Eindruck machen. Die beiden Sektionen stellen daher mehr zwei Entwicklungsreihen dar, als zwei scharf abgegrenzte Gruppen.

Die Übergänge kommen dadurch zustande, daß bei Arten mit topfförmigen Chromatophoren manchmal das Basalstück fehlt, bei Arten mit einseitig wandständigen Chromatophoren dieser manchmal über das Hinterende hinweg etwas auf die gegenüberliegende Seite vorgezogen ist. In beiden Reihen können breite, ringförmige Chromatophoren vorkommen.

Chromatophor topfförmig, ein oder zwei Pyrenoide.

sectio: **Monopleura** (S. 260).

Chromatophor einseitig wandständig, manchmal etwas schief über das Hinterende hinweggezogen oder auch ringförmig.

sectio: **Chlorogoniella** (S. 273).

Die Untergattung *Chlamydella* entspricht der Untergattung *Corbierea* bei *Carteria*.

Sectio 1. **Monopleura**.

Chromatophor topf-, seltener ringförmig, in halber Höhe das Pyrenoid. Falls zwei Pyrenoide vorhanden, stehen sie sich gegenüber.

Bestimmungsschlüssel der hierhergehörigen Arten s. S. 185.

79. *Chlamydomonas tetraolaris* Wollenweber (Fig. 218). Zellen kugelig bis leicht kugelig-eiförmig, basal breit abgerundet, vorne stumpf oder leicht spitz; Membran zart, meist leicht abstehend, ohne vordere Papille. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal so lang als die

Zelle. Chromatophor blaßgrün, sehr grobmaschig und streifig, im Prinzip topfförmig, sehr weit nach vorne reichend. Pyrenoid kugelig in einer seitlichen Verdickung, annähernd in halber Höhe der Zelle. Kontraktile Vakuolen vier, vorne gelegen.

Teilung der Länge nach, meist 2 oder 4, seltener 8 oder mehr eiförmige Tochterzellen ergebend. Diese entweder zu neuen Individuen heranwachsend oder in Aplanosporen sich enzystierend. Aplanosporen leicht warzig. Gameten von den Zoosporen nicht wesentlich unterschieden; mehr eiförmig. Zygoten mehr ellipsoidisch, grubig-streifig, braun.

Zellen 8–22 μ (meist 13,8 μ) lang; 12,5 μ breit.

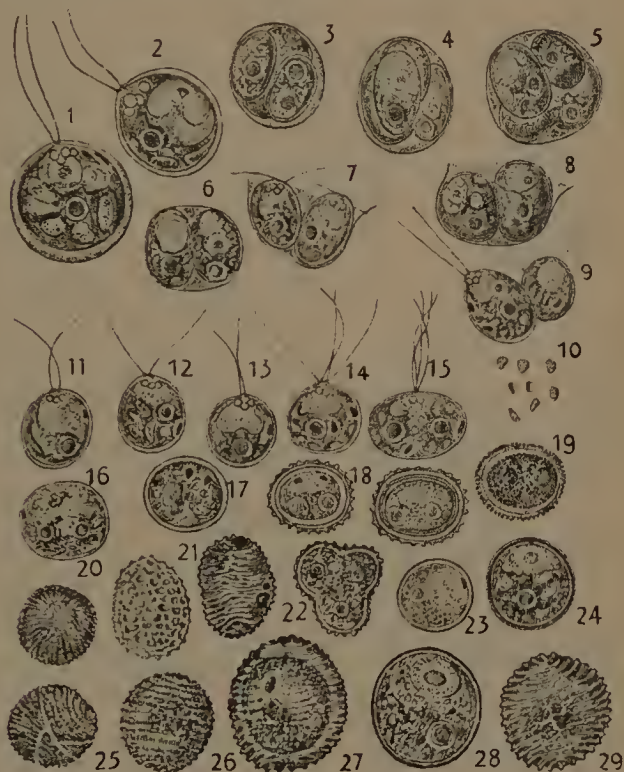


Fig. 218. *Chlamydomonas tetraoloris*. 1 vegetative Zelle mit zwei Geißeln, vier kontraktilen Vakuolen, unterhalb derselben Nukleus mit Nukleolus, Stigma rechts oben peripher, Pyrenoid im unteren Drittel in einer Verdickung des zerklüfteten Chromatophors; 2 vegetative Zelle, die wandständige Lage des Pyrenoids im Chromatophor zeigend; 3–9 Vermehrung durch Längsteilung in 2–4 Tochterzellen; 10 Stigmata; 11–13 Gameten; 14–15 Kopulationsstadien; 16–21 Zygoten, meist ellipsoidisch, mit glatter, in der Reife runzeliger Außenhülle, unter dieser (Fig. 21 links) ein zartes Netzwerk, im Längsschnitt (Fig. 16–18) je zwei Pyrenoide und Stigmata zeigend; 22 Zygote, ausnahmsweise aus drei Gameten entstanden; 23–29 Aplanosporen mit glatter, in der Reife gerunzelter Hülle, die durch Druck leicht gesprengt wird (Fig. 25) (nach Wollenweber).

In Aushöhlungen der Felsen auf den Inseln Kjeholmen und Taerneskaer bei Lyngör, Norwegen; in Süßwasser, das Spuren Salzwassers enthielt.

Die Abbildung verdanke ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Wollenweber.

80. *Chlamydomonas dactylococcoides* Scherffel und Pascher (Fig. 219). Zellen ei-ellipsoidisch-walzlich, bis fast walzlich-

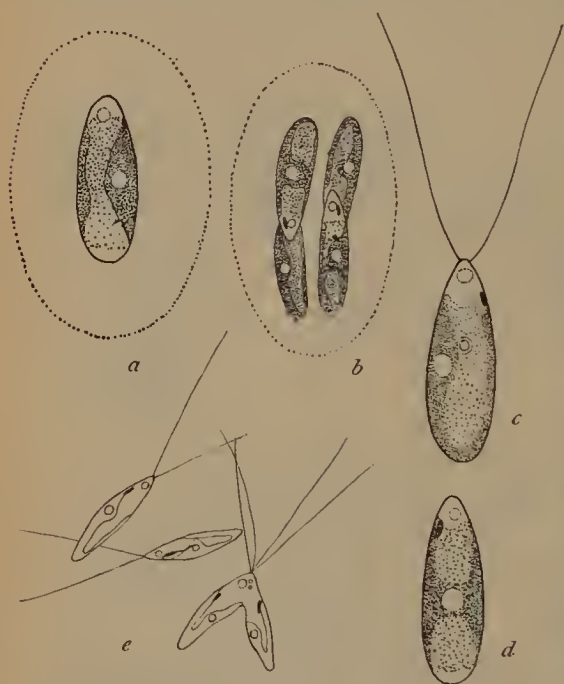


Fig. 219. *Chlamydomonas dactylococcoides*. *a* vegetative Zelle; *b* dieselbe, Pyrenoid in der optischen Achse; *c* unbewegliches Gallertstadium; *d* Teilung darin; *e* Gameten und Kopulation (zum Teil nach Scherffel).

ellipsoidisch, basal breit abgerundet, seltener nur stumpflich, nach vorne meist ganz leicht und allmählich verschmälert, vorne stumpf, manchmal ein wenig unsymmetrisch. Membran sehr zart, nicht zu einer vorderen Papille verdickt. Geißeln über körperlang. Chromatophor sehr groß, tieftröhrenförmig-topfförmig, sehr weit nach vorne reichend, oft nur gerade das Vorderende freilassend, basal kaum verdickt, dagegen auf ungefähr halber Höhe mit einer großen, oft scharf abgesetzten, einseitigen Verdickung, in der das große Pyrenoid liegt. Liegt

das Pyrenoid in der optischen Achse, so macht der Chromatophor den Eindruck einer Röhre, die in halber Höhe von einer derben Querbrücke in der das Pyrenoid liegt, durchsetzt ist. Stärkehülle um das Pyrenoid aus mehreren Schalenstücken zusammengesetzt. Stigma im vorderen Drittel, strichförmig (?). Kern, soweit ich sah, vor der Mitte der Zelle. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilungen, soweit beobachtet, nur im unbeweglichen Zustande, den die beweglichen Zellen unter Abwerfen der beiden Geißeln ausbilden, ohne daß sie dabei ihre Gestalt verändern, außer daß sie sich mit einer derben, meist ungeschichteten Gallerte umgeben. Die Zellen sind, soweit ich sah, im Gegensatz zu *Chlamydomonas Kleinii* in der Gallerte unbeweglich. Die Teilung erfolgt, soweit beobachtet, schief, unter Bildung von zwei

oder vier Tochterzellen; die Tochterzellen können durch weitere Gallertschichten größere Gallertlagen bilden, die leicht anhaften. Gameten zu acht gebildet und mehr gestreckt, spindelförmig, mit dem gleichen Chromatophoren ohne Membran. Annähernde morphologische „Isogamie“. Zygote, allerdings nicht ganz reif beobachtet, glattwandig. Daneben auch kugelige Aplanosporen gebildet, ebenfalls mit glatter Membran. Die Aplanosporen in den Gallertstadien beobachtet. Länge der Zellen 18–24 μ , Gameten 15 μ lang, 4 μ breit; Zygoten 12 μ im Durchmesser, Aplanosporen 15 μ .

Aus dem Böhmerwald; Slowakei.

Scherffel vermutet, daß die Palmellenstadien dieser *Chlamydomonas*-Art als eine Form der ehemaligen Gattung *Dactylococcus* angesehen wurden.

81. *Chlamydomonas parietaria* Dill (Fig. 220). Zellen ei-birnförmig nach vorne verschmälert und spitz. Membran ziemlich derb, basal manchmal schwach; vorne ganz vermittelt und im Umriss der Zelle bleibend, zu einer nicht abgesetzten, spitzkegelförmigen Papille ausgezogen. Chromatophor topfförmig, bis ganz nach vorne reichend, basal oft deutlich, doch nicht auffallend verdickt, mit länglichem vorderen Lumen, das sich nur unmerklich am Ende verbreitert. Innenwand des Chromatophoren leicht wellig. Pyrenoid seitlich, annähernd in halber Zellhöhe, also äquatorial gelagert. Augenfleck annähernd an der unteren Grenze des vorderen Drittels, scheibchenförmig. Geißeln körperlang. Kern etwas über halber Höhe. Zwei vorne gelegene kontraktile Vakuolen. Vermehrung durch Querteilung. Gameten länglich, im allgemeinen mit der Gestalt der vegetativen Individuen, nackt. Zygote kugelig, nach Dill bei der Keimung die äußere Membran abwerfend, worauf kegelförmige Warzen an ihr deutlich werden. Zellen 16–18 μ lang, 9–11 μ breit. Gameten 6–10 μ lang.

Einige Male im Gebiete beobachtet, vielleicht an mehr sumpfigen Stellen.

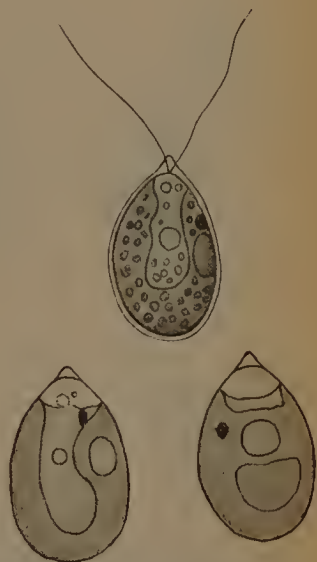


Fig. 220. *Chlamydomonas parietaria*. Oben vegetative Zelle (nach Dill), darunter eine Zelle mit den beiden charakteristischen Längsansichten.

82. *Chlamydomonas media* Klebs (Fig. 221). Zellen regelmäßig ellipsoidisch bis eiförmig, manchmal etwas zylindrisch, basal breit abgerundet, mit einer deutlichen festen Haut umgeben, die sich vorne allmählich in ein stumpfes, breit kegelförmiges Wärrchen verdickt. Geißeln etwas über körperlang. Chromatophor topfförmig, ganz nach vorne reichend, ohne basale

Verdickung, dagegen seitlich knapp, unter der Mitte eine seitliche Verdickung mit einem relativ großen, runden Pyrenoid. Stigma ganz vorne gelegen. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Zellkern in der Mitte der Zelle. Teilung im unbeweglichen Zustande unter Auflösung des Pyrenoides und allem Anscheine unter Querlagerung des Protoplasten innerhalb der Membran. Ausgesprochene Querteilung. Dann Drehung der beiden Tochterzellen in die Längsachse und neuerliche Teilung, bis unter

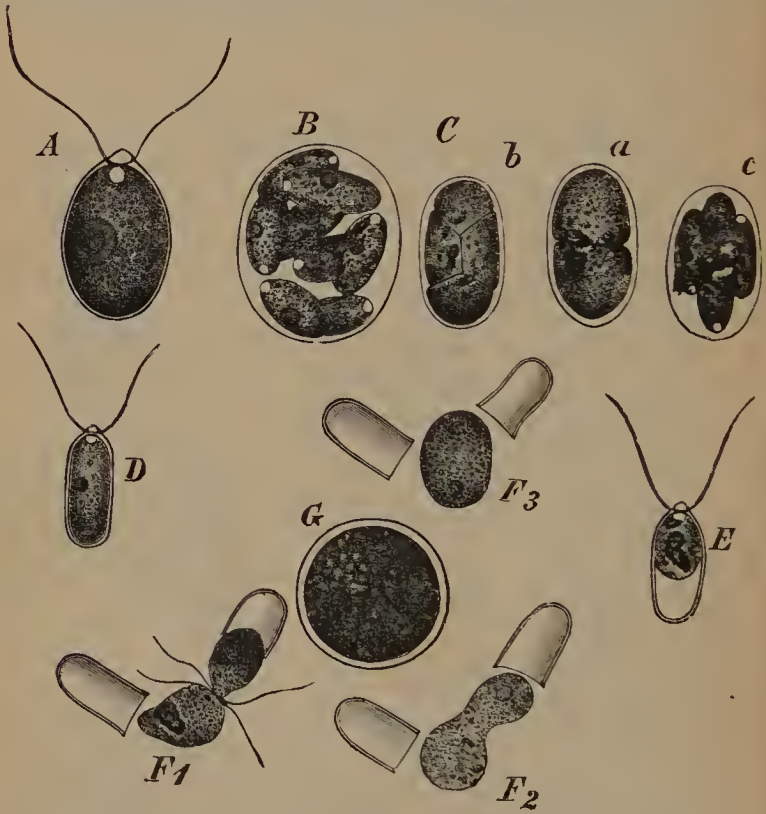


Fig. 221. *Chlamydomonas media*. Vegetative Zelle; B, C Teilungsstadien; D, E Gamete; bei letzterer der Protoplast kontrahiert, um die Membran zu sehen; F Kopulation unter Abstoßen der Membran; G Zygote (nach Klebs).

Umständen acht Schwärmer gebildet werden. Gametozoosporen mehr walzlich und viel schmäler als die vegetativen Zellen, bis fast dreimal so lang als breit. Behäutet. Bei der Kopulation beginnen sie sich unter Abstreifen der Membran von der Spitze her zu vereinigen. Zygote derbhäutig, kugelig und völlig glatt. Niemals ganz rot, sondern höchstens schmutzig grün werdend und nach den Angaben von Klebs auch nicht sehr befähigt, Trockenheit zu überstehen, sondern beim Austrocknen zugrunde gehend und in frische Nährlösungen gebracht, bald keimend. Allerdings scheint es mir wahrscheinlich, daß die Ver-

hältnisse in der freien Natur etwas anders ablaufen. Palmellen anscheinend nicht beobachtet. Länge der vegetativen Zellen 18–20 μ , Breite 11–13 μ . Gametozoosporen 11–13 μ lang, 4,5–5,5 μ breit, Zygote 16–20 μ im Durchmesser.

Anseheinend verbreitete Art, die meist in Algenwatten auftritt. Ich sah sie wiederholt in verschiedenen Gegenden des Gebietes. Klebs fand sie in der Umgebung von Basel. Nach Klebs läßt sie sich leicht züchten und zeigt schön die Abhängigkeit der geschlechtlichen Fortpflanzung von äußeren Faktoren (bei Überführung der Kulturen aus Nährlösungen in destilliertes Wasser Hellstellung und einer mittleren Temperatur von 150 zeigen sich nach Klebs bereits am 4. Tage die ersten Zygoten). Entscheidend ist Mangel an Nährsalzen und Anwesenheit von Licht. Im Dunkeln erfolgt die Kopulation der Gametozoosporen nicht. Ein längerer Aufenthalt in Nährlösungen setzt aber die Fähigkeit, Gametozoosporen zu bilden, herab.

Es kamen mir Formen unter, die völlig mit *Chlamydomonas media* übereinstimmen, aber immer etwas kleiner waren: im Maximum 15 μ meist aber nur bis 12 μ massen. Da ich zweimal genau die gleichen Formen an sehr verschiedenen Stellen sah, möchte ich meinen, daß hier eine konstante Form vorliegt. Ich möchte sie prov. als var. *minor* zur *Chl. media* stellen.



Fig. 222.
Chlamydomonas elliptica (nach Korschikoff).



Fig. 223. *Chlamydomonas citriformis*. Vegetative Zelle; junge Zelle; daneben Teilung (nach Scherffel).

83. *Chlamydomonas elliptica* Korschikoff (Fig. 222). Zellen ausgesprochen elliptisch geformt, beidseits abgerundet. Membran zart, basal oft abstehend, vorne in eine stumpfe, scharf abgesetzte, flach-halbkugelige Papille verdickt, mit zwei Geißeln, die kaum halbkörperlang sind. Chromatophor topfförmig auf einer Seite in halber Höhe der Zelle mächtig verdickt; hier mit einem großen Pyrenoide versehen. Stigma vorne gelegen, klein. Kern basal. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Zellen bis 24 μ lang; 13 μ breit. Rußland: Charkow.

84. *Chlamydomonas citriformis* Seherffel und Paseher (Fig. 223). Ausgebildete Zelle zitronenförmig, ellipsoidisch, an beiden Enden sehr rasch in ein kurzes stumpfes Ende zusammengezogen. Membran sehr zart, vorne eine große, nicht scharf abgegrenzte halbkugelig-kegelförmige Papille bildend, unter deren Vorderende die beiden etwas über körperlangen Geißeln inserieren. Chromatophor meist die ganze Zelle bis zur Papille mit einem dicken Wandbelag auskleidend, manehmal am basalen Ende nicht entwickelt und dann basal nicht geschlossen. Ein seitliches Pyrenoid etwas unter halber Höhe. Ein relativ kleines Stigma in der vorderen Hälfte der Zelle. Vorne zwei kontraktile Vakuolen. Teilung im unbeweglichen, leicht mit Gallert umhüllten Zustande. Junge Zellen manehmal mit nicht verschmälerten, sondern breit abgerundetem Hinterende.

Zellen um 24 μ lang. Nicht vollständig beobachtet.

Aus dem Südrande der Karpathen (Scherffel); aus dem Böhmerwalde (?); leider in beiden Fällen nicht vollständig beobachtet; soweit ich beobachten konnte, besonders empfindliche Art.

85. *Chlamydomonas fungicola* Puymaly (Fig. 224). Aërophile art, die in unbeweglichen Stadien auf den Fruchtkörpern von Hymenomyeten (*Lenzites*) mit anderen aërophilen Algen lebt. Die beweglichen Stadien sind kurz ellipsoidisch, basal stumpf, nach vorne leicht zusammengezogen. Membran deutlich, vorne zu einer kleinen Papille verdickt. Die beiden Geißeln etwas länger als der Körper, nach den Figuren in relativ großen Abständen inserierend. Chromatophor groß, bis zur Geißelbasis reichend, ausgesprochen topfförmig, ohne basale Verdickung. Ein Pyrenoid ca. in halber Höhe, in einer Verdickung des Wandstückes des Chromatophoren, also seitenständig. Stigma im vorderen Drittel. Zwei kontraktile Vakuolen vorne(?), Lage des Kernes nicht angegeben.

Unbewegliche Stadien verschieden. Entweder mit wenig dicker Haut, die annähernd die Gestalt der beweglichen Zellen behalten, doch keine Geißeln und keine Vakuolen haben: möglicherweise Akimeten, in denen Öltropfen auftreten. In diesen Teilungen: die erste Teilung der Länge nach, dann Vierteilung, schließlich acht Tochterzellen, die normalerweise nicht als Schwärmer austreten, sondern wieder unbewegliche Zellen der angegebenen Form darstellen und durch Verschleimen der Mutterzellohant frei werden. Manchmal sind diese unbeweglichen Stadien als derbwandige Zellen entwickelt, deren Membran deutlich Schichten zeigt. Oder aber es entstehen durch Verschleimung der Membran *Gloeocystis*-artige, vielzellige Gallertstadien, in denen die Zellen zunächst nur deutlich ihre eigene Gallertseicht zeigen. Andere Stadien, vor allem geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet.

Bewegliche Zellen 10–14 μ lang; 7,5–9,5 μ breit; unbewegliche Stadien ein wenig größer, 12–14 μ lang; 9,5–14,5 μ breit. Die mehr kugeligen Zellen des Gallertstadiums haben 8–14 μ im Durchmesser.

1) Ich bin Herrn Dr. Puymaly-Bordeaux für die Zusendung seines Buches und des Klischees sehr zu Danke verpflichtet.

Von den bis jetzt bekannten *Chlamydomonas*-Arten mit topfförmigen Chromatophoren und seitlich wandständigem Pyrenoid ist *Chl. fungicola* deutlich geschieden. *Chl. dactylococcoides* hat eine andere Zellform, keine Papille und ist viel größer (18–24 μ); bei der ähnlichen *Chl. parietaria* ist die Papille nicht abgesetzt, sondern liegt ganz in der regulären Verlängerung der Zelle. Außerdem ist die Zellform sehr verschieden. Von *Chl. citriformis* ist sie durch die Gestalt, von *Chl. elliptica* durch ihre Kleinheit geschieden. Doch steht sie der *Chl. media* Klebs nahe.

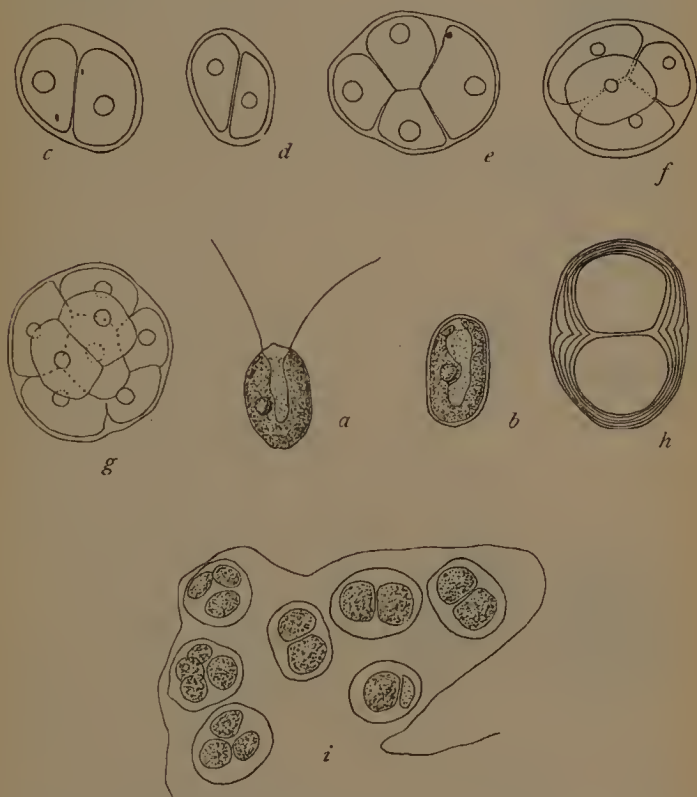


Fig. 224. *Chlamydomonas fungicola*. a, b vegetative Zellen; c–g Teilungsstadien im unbeweglichen, nicht palmelloiden Stadium; h akinetenartiges Stadium; i Gloeocystis-Stadium (nach Puymaly).

86. *Chlamydomonas gloeogama* Korschikoff (Fig. 225). Zellen ellipsoidisch bis kurz walzlich ellipsoidisch, meist ganz leicht gekrümmt und auf der einen Längsseite fast gerade bis leicht konkav. Membran anliegend, derb schleimig; vorne zu einer eben merklichen, nicht scharf abgesetzten Papille verdickt. Geißeln relativ weit voneinander inserierend, kaum körperlang. Chromatophor in seiner Ausbildung etwas schwankend, zumeist topfförmig, ohne basale Verdickung, sehr weit nach vorne reichend, oft ziemlich dick; in halber Höhe in einer

seitlichen Verdickung das große, kugelige Pyrenoid. Manchmal der Chromatophor ohne Basalstück und dann fast röhrenförmig, sehr ungleich breit bis fast (sehr selten) der Länge nach gespalten und dann in der Form einer fast zusammenschließenden Platte. Stigma oft fast ganz vorne gelegen, fast strichförmig. Kern in der vorderen Hälfte. Zwei kontraktile Vakuolen, vorne. Erste Teilung der Quere nach, nachdem eine Protoplastendrehung vorangegangen ist. Nur vier Tochterzellen. Die Gameten gleichen den jungen vegetativen Tochterzellen, sind annähernd gleich und behäutet. Bei der Kopulation streifen sie ihre Membranen ab. Sie treten dabei nicht aus dem Schleimlager aus. Reife Zygoten glatt, mit einer Schleimhülle umgeben. Zellen $14\ \mu$ lang; $8\ \mu$ breit. Reife Zygoten bis $24\ \mu$ dick.



Fig. 225. *Chlamydomonas gloeogama*. Vegetative Zelle (nach Korschikoff).

Rußland: Charkow, aus einer Reinkultur.

Die Zellen leben mit oder ohne Geißeln meist in einem schleimigen Lager, das durch die Verschleimung der Membranen gebildet wird.

87. *Chlamydomonas incisa* Korschikoff (Fig. 226). Zellen meist kugelig, selten mehr ellipsoidisch-eiförmig. Membran deutlich,



Fig. 226. *Chlamydomonas incisa*. Links Oberflächenansicht; rechts optischer Schnitt.

anliegend, ohne Papille; vielleicht vorne im allgemeinen etwas stärker als sonst (nach den Figuren Korschikoffs). Geißeln etwa körperlang. Chromatophor in der Form einer großen, muldenförmigen Platte, die in einer äquatorial gelegenen Verdickung ein großes, rundes Pyrenoid trägt, aber von den Rändern her, durch tiefe Einschnitte fast sternförmig in Lappen zerteilt ist, die sich in der Pyrenoidgegend vereinigen, die ganze Zelle auskleiden, um sich an den gegenüberliegenden Wandteilen einander zu nähern. Lappen nicht gleich groß, Stigma vorne. Andere Stadien nicht

angegeben. Durchmesser der erwachsenen Zellen $8-9\ \mu$.

Aus einer Laboratoriumskultur in Charkow (Rußland).

88. *Chlamydomonas conversa* Korschikoff (Fig. 226 a). Zellen ellipsoidisch-walzlich, beidseits breit abgerundet. Membran zart, vorne in eine flache, nicht sehr deutliche, stumpfe, ziemlich breite, nicht scharf abgesetzte Papille verdickt. Geißeln körperlang, Chromatophor topfförmig, bis zur Papille reichend, auf der einen Seite annähernd in halber Zellhöhe sehr stark verdickt, hier ein großes Pyrenoid. Chromatophor gegen die beiden Enden zu mit deutlichen Längsspalten versehen, hier förmlich in reifenartig zusammenschließende Längsleisten auf-

gelöst. Auch kommen vereinzelte Spalten auch mehr gegen die Mitte und nicht immer der Länge nach, vor. Stigma vorne, klein, elliptisch. Kern basal, etwas seitlich. Zwei kontraktile Vakuolen, vorne. Andere Stadien nicht angegeben. Zellen 10–26 μ lang, 6 bis 10 μ breit.

Rußland.

89. *Chlamydomonas bicocca*

Pascher (Fig. 227). Zellen exakt kugelig; mit zarter anliegender Haut, die vorn in die breite, abgestutzt-kegelförmige, vorn leicht ausgerandete Papille verdickt ist, die nicht scharf abgesetzt ist. Geißeln $1\frac{1}{2}$ -mal körperläng. Chromatophor im Prinzip topfförmig, sehr weit nach vorne reichend, basal sehr stark verdünnt, an den wenigen gesehenen Exemplaren aber hier immer sichtbar. In etwas über halber Höhe aber an zwei annähernd gegenüberliegenden Stellen, die in der Geißelebene zu liegen kommen, sehr stark und ziemlich plötzlich verdickt; hier je ein kugeliges oder polyedrisches Pyrenoid. In der Geißelebene gesehen aber hat der Chromatophor ein ganz anderes Aussehen. Da beide Pyrenoide sich meist decken, macht es den Eindruck, als sei nur ein zentrales Pyrenoid vorhanden, während der Chromatophor als mächtiges Gebilde nach den beiden Enden der Zelle hin ausgehöhlt erscheint. Ein kleines, vorspringendes Stigma vorne. Teilung der Länge nach, dann Querdrehung. Zellen 17 bis 25 μ im Durchmesser.

Aus einem Straßengraben auf der Straße Stuttgart-Solitude-Leonberg.

Diese *Chlamydomonas*-Art hat denselben Chromatophorenban wie *Chlamydomonas longistigma* Dill. Beide Formen



Fig. 226a. *Chlamydomonas conversa*. Links Chromatophor; rechts vegetative Zelle (nach Korschikoff).

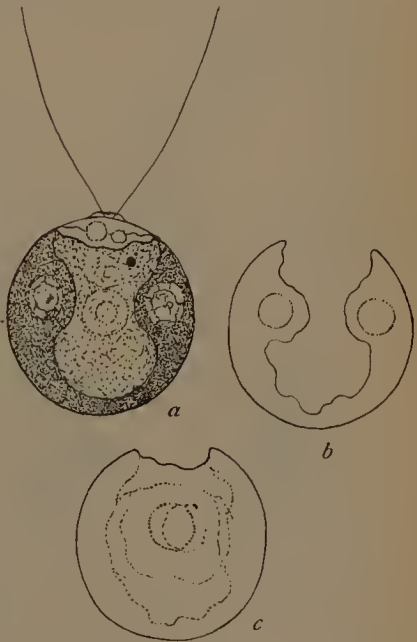


Fig. 227. *Chlamydomonas bicocca*. a vegetative Zelle; b Chromatophor im optischen Längsschnitte; c Chromatophor mit den Pyrenoiden in der optischen Achse.

können aber schon wegen der Form der Zelle nicht verwechselt werden. Ganz abgesehen davon sind die Stigmen sehr abweichend geformt und gelagert.

90. *Chlamydomonas longistigma* Dill (Fig. 228). Zellen breit ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet, ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit. Membran zart, vorne zu einer deutlichen Papille verdickt; bei älteren Individuen Membran manchmal leicht gewellt und dann in den Wellentälern heller.



Fig. 228 a.



Fig. 228. *Chlamydomonas longistigma*.
a vegetative Zellen; darunter b Kopulation (nach Dill).

verlängert; bei älteren Individuen Membran manchmal leicht gewellt und dann in den Wellentälern heller. Geißeln etwas über körperläng. Chromatophoren topfförmig, ohne basale Verdickung, ganz nach vorne reichend, auf seiner Innenseite durch Einschnitte bucklig und in der Dicke sehr ungleichmäßig. Oft gehen die Einschnitte fast bis zu äußeren Chromatophorenwand und zerteilen fast den Chromatophoren. Pyrenoide meist zwei, seltener drei (in Kulturen mit Nährlösungen aber mehrere annähernd in der Höhe des Zellkerns, also fast äquatorial gelagert, von der einen Seite gesehen zu beiden Seiten des Zellkerns einander gegenüber gelagert; von der anderen Seite gesehen aber sich gegenseitig verdeckend, so daß dann der Eindruck zustande kommt, als wenn ein zentrales Pyrenoid vorhanden. Stigma in der vorderen Hälfte, sehr lang und strichförmig an den Enden manchmal gekrümmt. Zwei kontraktile Vakuolen, vorne. Teilung als Querteilung angelegt, noch vor der Durchtrennung erfolgt aber eine Querlagerung. Gameten gestreckt ellipsoidisch ebenfalls mit Membranpapille, mit langem, vorne gelegenen Stigma, doch nur einem ebenfalls seitlichen und äquatorialen Pyrenoid; behäutet. Kopulation unter Abwerfen der Membran und Bildung einer kugligen, rotbraunen Zygote mit derber, glatter Haut. Palmellen bei Kultur in gewöhnlichen

Wasser beobachtet. Zellen 25–35 μ lang, 19–22 μ breit. Gameten 10–13 μ lang, 5–6 μ breit.

Verbreitete, aber nicht häufige Art. Nach meinen Beobachtungen ziemlich wärmeempfindlich, wofür auch der Umstand spricht, daß Dill sie in der Zeit November bis Februar beobachtete.

91. ***Chlamydomonas platyrhyncha*** Korschikoff (Fig. 229). Zellen ausgesprochen ellipsoidisch, basal schön abgerundet. Membran zart, doch deutlich, vorne mit einer scharf und gerade abgestutzten, ziemlich breiten Papille versehen. Geißeln körperlang. Chromatophor topfförmig, sehr weit nach vorne reichend, basal verdickt. Dagegen in halber Höhe der Zelle zwei einander gegenüberliegende Verdickungen mit je einem großen kugeligen Pyrenoide. Stigma elliptisch, vorne gelegen. Kern unter der Mitte. Kontraktile Vakuolen vorne. Teilung der Länge nach angelegt, dann Querdrehung. Zellen 17 bis 24 μ lang.

Rußland: Charkow.



Fig. 229.

Chlamydomonas platyrhyncha
(nach
Korschikoff).

92. ***Chlamydomonas cingulata*** Pascher (*Chlamydomonas sphaerica* Troitzkaja, nicht *Chlamydomonas sphaerica* Migula, *Chlamydomonas monadina* Stein, *Microglena monadina* Ehrenberg) (Fig. 230 a und b). Zellen fast kugelig bis kurz ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet, mit deutlicher, nicht abstehender Membran und kräf-

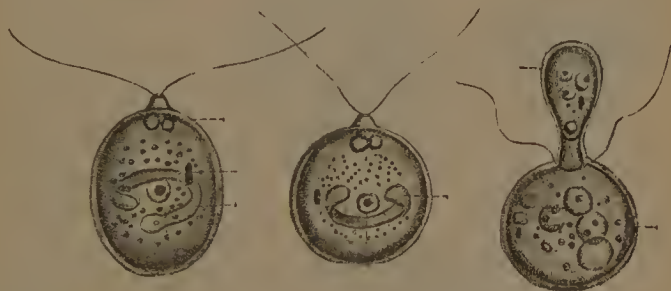


Fig. 230. *Chlamydomonas cingulata*. Links vegetative Zellen; rechts Kopulation.

tiger, derber, breit kegelförmiger, stumpf bis gerade abgestutzter Papille. Membran manchmal rötlich. Chromatophor groß, fast ganz nach vorne reichend, topfförmig, basal kaum verdickt, mit einem großen Pyrenoide, das in der Form eines äquatorialen, oft auch geschlossenen Bandes, das manchmal schief steht, ausgebildet ist. Dieser Ring ist meist an einer Stelle offen oder auch in mehrere, oft noch durch verdünnte Stränge verbundene, ungleiche Stücke zerteilt, die nicht selten noch den ursprünglichen Ring erkennen lassen.

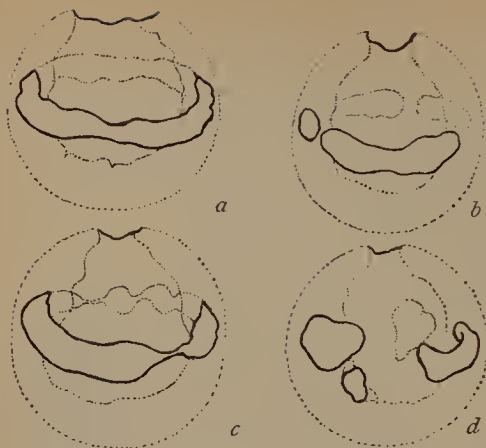


Fig. 230 a. *Chlamydomonas cingulata*. Verschiedene Ausbildung des Pyrenoides; *a* geschlossener Pyrenoidring; *c* Ring zerteilt, doch noch zusammenhängend; *b*, *d* völlig zerteilt.

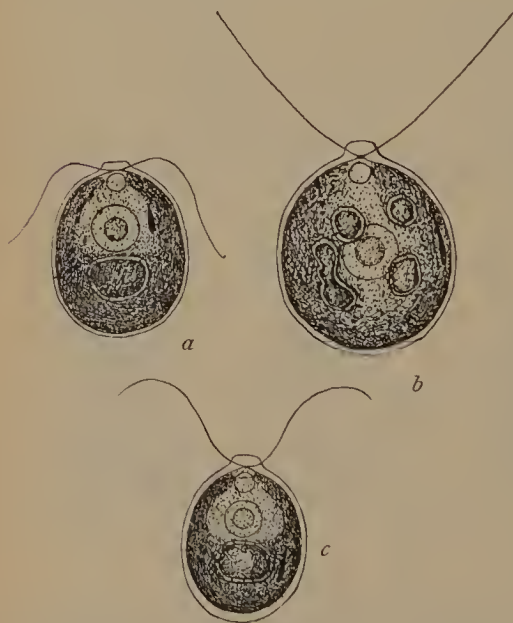


Fig. 230 b. *Chlamydomonas cingulata* var. *globulifera*. Ring in mehrere kugelige, unregelmäßige Pyrenoide zerteilt; *a*, *c* zwei Formen die von Korschikoff (meiner Meinung nach nicht zutreffend) zu *Chlamydomonas cingulata* gestellt werden; *a* var. *Charkowiensis*; *c* var. *Seligeriana* (nach Korschikoff).

Die Stärke wird, soweit ich sehen konnte, in der Form kleiner Scheibchen abgelagert, und zwar mehr auf der einen Seite des Ringes.

Die Steinschen Figuren zeigen sehr scharf abgestutzte Papillen. Die Papillen sind nicht immer scharfeckig. Stigmenvermehrung tritt nicht selten auf. Stigma in der Mitte der Zelle, kurz strichförmig oder länglich. Kern in der Mitte. Geißeln etwas länger als der Körper. Kontraktile Vakuolen vorne, zwei. Vermehrung durch Längsteilung. Ausgesprochene Heterogamie. Durchmesser der Zelle 18–21–35 μ .

Vereinzelt in pflanzenreichen Teichen, zwischen Algenwatten.

Diese Art wurde bereits von Stein abgebildet und benannt. Siegeriet aber, soviel ich sehe, ganz in Vergessenheit und wird auch von Wille nicht erwähnt. Stein übernahm den völlig unklaren Namen, den Ehrenberg einer nicht mehr erkennbaren Flagellate gab. So ersetzte ich diesen Namen durch einen anderen. *Chlamydomonas cingulata* ist sehr auffallend durch ihr bandförmiges Pyrenoid charakterisiert und nä-

hert sich darin *Chl. Braunii*. Wille identifiziert sie sogar mit *Chlamydomonas Braunii* Goroschankin, diese hat aber ein mehr basales, hufeisenförmiges Pyrenoid.

Aus Böhmen (Stein, Pascher), Rußland (Korschikoff).

Die Art ändert, wie bereits gesagt, sehr in der Form des Pyrenoides ab. Zwischen Formen mit völlig geschlossenem Pyrenoidringe und solchen, bei denen stattdessen nur ein kleiner Teil des Ringes vorhanden ist, gibt es alle Übergänge. Der Pyrenoidring kann aber auch in mehrere Stücke zerfallen, die zwar oft äquatorial stehen, oft aber auch mehr unregelmäßig zerstreut sind. Solche Zellen sehen dann Arten, die normalerweise mehrere zerstreute Pyrenoide haben, sehr ähnlich. Es handelt sich vielleicht nicht einmal um konstante Rassen, als vielmehr um Modifikationen. Nicht selten stehen diese Stücke untereinander noch in undeutlichem Zusammenhange.

Korschikoff zieht nach seinen mir freundlichst gemachten Mitteilungen auch Formen mit einem basalen Pyrenoid dazu, die er als var. *seligeriensis* bezeichnet. Ich habe solche Formen niemals bei *Chl. cingulata* gesehen, sie scheinen mir auch nicht sehr wahrscheinlich zu sein, ebensowenig sah ich Übergänge dazu.

Sectio 2. Chlorogoniella.

(*Chlorogoniella* Schmidle als Gattung.)

Chromatophor in der Form einer einseitigen, wandständigen, verschieden groß ausgebildeten, muldenförmigen Platte, die manchmal über das Basalende hinaus auf die andere Wandseite vorgezogen ist. Manchmal ist der Chromatophor oft bei der gleichen Art, breit-ringförmig.

Bestimmungsschlüssel der Arten s. S. 261.

Chlorogoniella wurde von Schmidle als Sektion der Gattung wie auch als Gattung aufgestellt aber neben der Form des Chromatophoren auch durch die Lage des Kernes (basal) charakterisiert. Es gibt aber Arten mit fast zentralem Kerne, ja er kann sogar über der Mitte liegen.

93. *Chlamydomonas Dinobryonis* G. M. Smith (Fig. 231). Zellen ausgesprochen ellipsoidisch, beidseits abgerundet, manchmal leicht birnförmig und leicht verschmälert. Membran zart, ohne Papille. Geißeln über körperläng. Chromatophor ausgesprochen einseitig, meist über das Basalende hinwegreichend und längs der einen Wand manchmal bis fast nach ganz vorne vorgezogen, manchmal aber auch nur auf die untere Partie der Zelle beschränkt. Pyrenoid deutlich, meist seitenständig. Weitere Angaben fehlen: Augenfleck, Vakuolen, Vermehrung, Palmellen, Sporen? Länge 2–5 μ , Breite bis 3 μ .



Fig. 231.
Chlamydomonas
Dinobryonis
(nach Smith).

Eine durch ihr Vorkommen — sie lebt in den leeren Gehäusen von *Dinobryon* trotz der unvollständigen Beschreibung — auffallende Art. Bis jetzt aus dem Plankton der Seen in Wisconsin (Vereinigte Staaten). Auch im mitteleuropäischen Plankton, vielleicht in einer nicht völlig gleichen Form.

94. *Chlamydomonas microscopia* G. S. West (Fig. 232). Zellen sehr klein, gestreckt ellipsoidisch spindelförmig bis leicht walzlich, beidseits stumpf und mit abgerundeten Enden versehen.



Fig. 232. *Chlamydomonas microscopia* (nach West).

Geißeln körperlang oder etwas länger, Membran zart, ohne vordere Papille. Chromatophor das vordere und hintere Ende freilassend, aller Wahrscheinlichkeit in der Form eines der Wand anliegenden geschlossenen Mantels. Pyrenoid klein, etwas unter der Mitte. Ohne Stigma, wenn nicht

das Stigma wegen der Kleinheit des Organismus übersehen wurde. Längsteilung. Länge bis $11,5\ \mu$, Breite $2,6-3\ \mu$.

Wahrscheinlich verbreitet. Bis jetzt aus England (Warwickshire, Suttonpark).

95. *Chlamydomonas Kuteinikowi* Goroschankin (*Chlorogonium Kuteinikowi* Schmidle) (Fig. 233). Zellen eiförmig-ellipsoidisch, zweimal so lang als breit oder etwas länger, nach vorne oft deutlich verschmälert und spitz. Zell-



Fig. 233. *Chlamydomonas Kuteinikowi*. a verschiedene vegetative Zellen; b Zygospore; c Zygote (nach Goroschankin).

haut deutlich, ohne Papille. Geißeln etwas über körperlang. Chromatophor meist wandständig über die Basis der Zelle hinwegreichend, meist das Hintere frei und hyalin lassend, häufig breit-ringförmig, geschlossen, oft sehr einseitig entwickelt. Das Vorderende oft sehr weit frei von ihm. Pyrenoid meist seitlich an der breitesten Stelle des Chromatophoren.

Stigma etwas vor der

Mitte. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen, Gametozosporen sehr gestreckt-eiförmig mit einem verlängerten spitzen Schnabel, von vorne oder seitlich kopulierend und eine kleine kugelige derbwandige hellrote Zygote bildend. Länge der Zellen $12-18\ \mu$, der Gametozosporen $7-10\ \mu$, Durchmesser der Zygote $9-12\ \mu$.

Aus Moskau. Auch im Gebiet. Anscheinend verbreitete Art.

96. *Chlamydomonas ovalis* Pascher (Fig. 234). Zellen ausgesprochen eiförmig, manchmal etwas ungleich, nach vorne manchmal

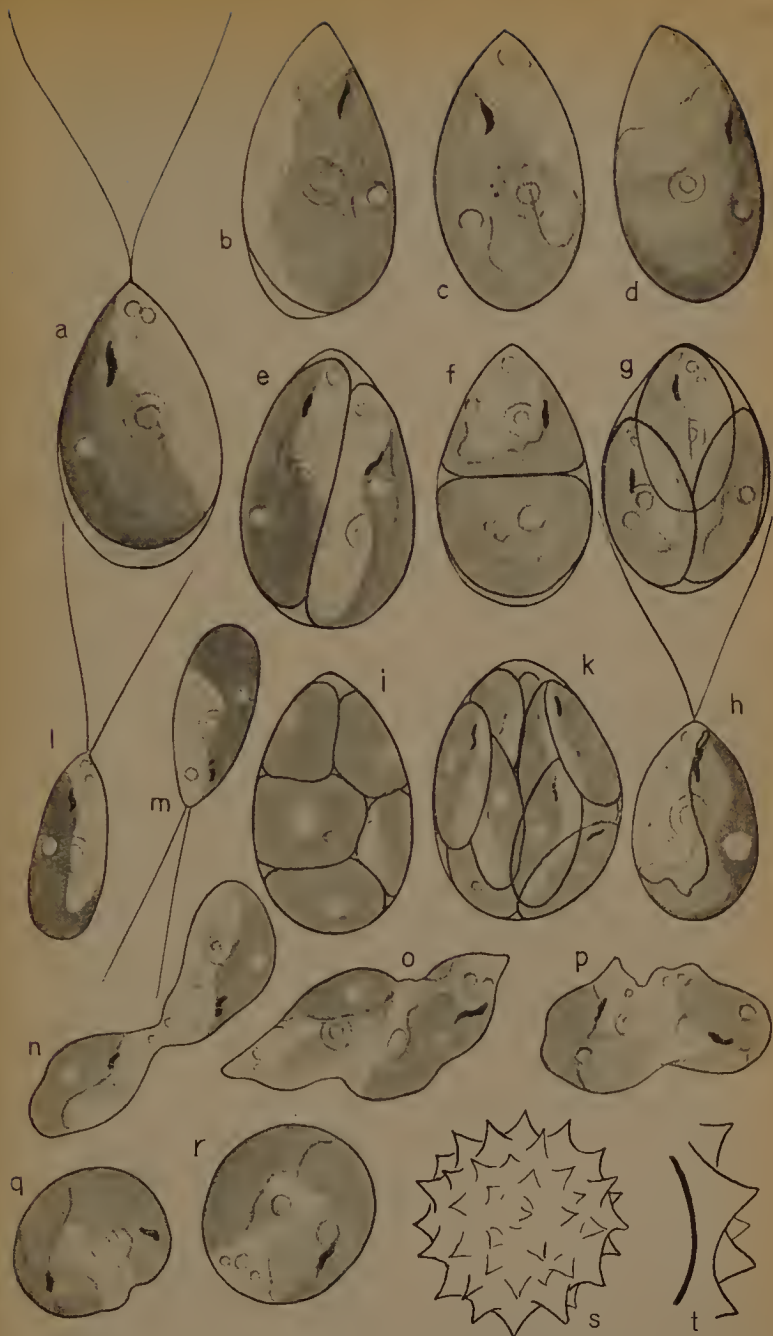


Fig. 234. *Chlamydomonas ovalis*. a ausgewachsene Zelle; b, c, d verschiedene Zellformen mit verschieden gestalteten Chromatophoren; e Teilung, Querlagerung der Zellen noch nicht durchgeführt; f Querlagerung durchgeführt; g weiteres Stadium der Teilung; h junge, eben ausgetretene Zoospore; i, k verschiedene Stadien der Gametenbildung; l, m Gameten; n, o, p Kopulationen; da die Gameten nackt sind, ist der Beginn der Kopulation morphologisch nicht bestimmt; q, r letzte Stadien der Gametenverschmelzung; s reife Zygote; t ein Stück der Membran herausgezeichnet.

fast gerade verschmälert, vorne fast spitz, basal breit abgerundet. Membran sehr zart, manchmal basal und an den Seiten etwas abgehoben. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Keine Papille. Chromatophor in der Form einer seiten- und wandständigen Mulde, die eine Seite der Zelle bis fast ganz nach vorne auskleidend, manchmal schief über das Basalende hinweggezogen. Die eine Längsseite der Zelle frei. Ränder des Chromatophoren oft leicht wellig bis deutlich lappig. Pyrenoid immer annähernd in halber Höhe der Zelle oder häufig ein wenig tiefer gelegen. Stigma in der vorderen Hälfte, in der Form eines leicht gebogenen, an beiden Enden meist deutlich verschmälerten Striches. Kern annähernd zentral oder etwas tiefer. Zwei kontraktile Vakuolen, vorne gelegen. Teilung zuerst der Länge nach, dann Drehung und zweite Teilung, zwei oder vier Tochterzellen gebend.

Zoogameten meist zu acht, seltener zu vier gebildet, in der Form ähnlich den vegetativen Zoosporen, an Größe oft sehr ungleich, mehr gestreckt ellipsoidisch eiförmig als die vegetativen Zellen, mit dem gleichen Chromatophoren und dem gleichen Stigma, ohne Membran, Geißeln fast doppelt körperlang. In den Gameten der Kern oft ein wenig vor dem Pyrenoide. Kopulation in ihrem Beginne nicht auf das Vorderende der Gameten beschränkt. Zygozoospore nur relativ kurze Zeit beweglich. Zygote mit derber Membran. Membran mit derben, kegelförmigen, breiten Warzen bedeckt, die manchmal nicht sehr regelmäßig ausgebildet sind.

Zellen 19–29 μ lang, 10–17 μ breit. Zoogameten 7–15 μ lang. Zygoten bei 18 μ dick, dann an Größe sehr zunehmend.

Aus dem *Nymphaea*-Bassin des botanischen Gartens in Prag, vor der Einleitung der neuen Wasserleitung.

Die Art scheint der *Chlamydomonas elegans* nahe zu stehen. Ich hielt sie auch eine Zeitlang direkt für eine Varietät dieser Art. Sie unterscheidet sich aber durch den weniger einseitigen Ban der Zelle, das spitze Vorderende, den Besitz eines Stigmas wie auch die etwas andere Gestalt des Chromatophoren, der bei *Chl. elegans* an beiden Enden auf der Rückenseite einen charakteristischen Ausschnitt zeigt.

Durch den relativ weit vorgeschobenen Kern weicht *Chlamydomonas ovalis* etwas von den meisten anderen Arten dieser Untergattung ab. Er ist aber auch hier nicht ganz fix in seiner Lage und rückt an manchen Zellen ziemlich weit nach rückwärts. Nur *Chlamydomonas celerrima* und *Ch. minutissima* haben aus dieser Untergattung ebenfalls einen zentralen, letztere einen sogar noch etwas weiter nach vorne geschobenen Kern. *Chl. ovalis* ergab mit *Chl. pseudopertyi* Heterozygoten.

97. **Chlamydomonas mucicola** Schmidle (*Chlorogonium mucicola* Schmidle) (Fig. 235). Zellen ellipsoidisch bis ellipsoidisch eiförmig; basal abgerundet, vorne stumpf oder leicht spitz verschmälert, stumpflich, mit zarter anliegender Haut und über $1\frac{1}{2}$ mal körperlangen Geißeln. Chromatophor seitlich, muldenförmig, nur den halben Umfang der Zellen auskleidend, mit einem großen Pyrenoid in halber Höhe. Stigma vorne, strichförmig. Kern basal. Vier kontraktile Vakuolen, vorne. Teilung

quer; zwei oder vier Tochterzellen. Gameten von der Form der vegetativen Zellen. Zygoten. rund, relativ groß, grün; mit derber doppelter Membran, mit derben Warzen skulpturiert. — Zellen 6 bis $10\ \mu$ lang; $3-4\ \mu$ breit. Zygoten $14-16$ ($-20?$) μ heranwachsend. Gloeocystisstadien nur wenig entwickelt.

In Gallert von Froschlaich, in der Umgebung von Heidelberg.

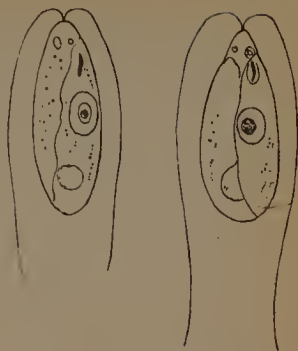


Fig. 235. *Chlamydomonas mucicola* (nach Schmidle).

98. *Chlamydomonas ovata* Dangeard (Fig. 236) (*Chlorogonium ovatum* Schmidle). Recht unvollständig beschrieben. Zellen ellipsoidisch bis breit spindelförmig; basal stumpf bis spitz, vorne spitz. Membran sehr zart mit schwach vortretender Papille und zwei körperlangen oder etwas kürzeren Geißeln. Chromatophor in der Form einer wandständig gebogenen Platte, die manchmal über das Hinterende hinweggreift oder nur auf einer Längsseite liegt, oft nur die halbe Wand auskleidend und oft nicht scharf begrenzt; in einer sehr stark verdickten Partie, einseitlich stehendes, manchmal etwas gegen die Basis verlagertes Pyrenoid. Stigma scheibchenförmig, etwas über der halben Höhe der Zelle. Kern meist annähernd in der Mitte der Zelle

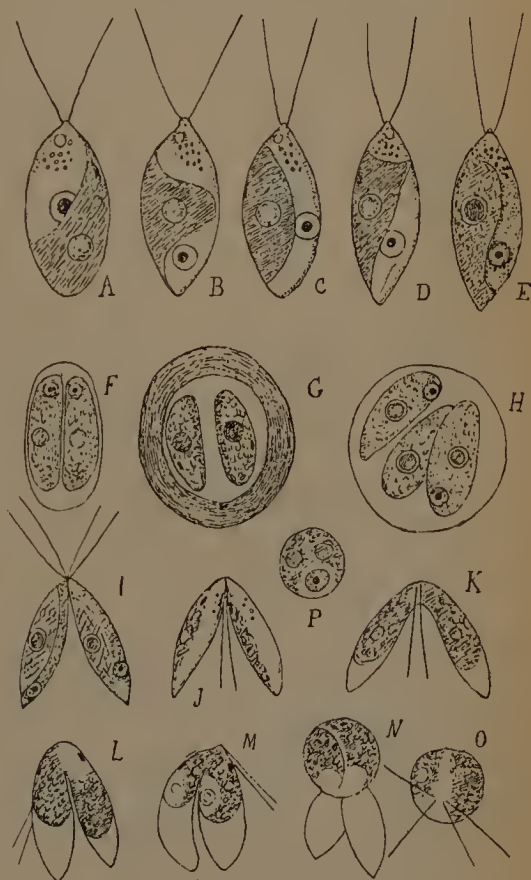


Fig. 236. *Chlamydomonas ovata*. A—E verschiedene vegetative Zellen; F—H Teilungsstadien; L—O Kopulation der Gameten; P junge Zygote (nach Dangeard).

oder etwas seitlich. Vermehrung durch Längsteilung, manchmal mit ganz leichter Neigung der Ebene. Zoogameten schmal ellipsoidisch, mit Membran versehen, völlig gleich. Über Gameten und auch über die Zygoten liegen keine weiteren Angaben vor. Vorne zwei kontraktile Vakuolen. Zellen 15–19 μ lang, nur halb so breit.

Ich konnte allerdings nur vegetative Zellen dieser Art einmal sehen. Die beobachtete Form war etwas kürzer und breiter als die Dangeardschen Figuren wiedergeben, sie stimmte aber sonst in allen Details völlig überein.

Die Monade scheint verbreitet zu sein, denn sie kam mir im toten Zustande fixiert, doch deutlich erkennbar, in Algenproben aus Holstein, wie auch aus den Alpen vor.

Die ganze ähnliche *Chlamydomonas Dilli* Dangeard, die sehr unvollständig beschrieben und sehr ungenügend abgebildet ist und sich von *Chl. ovata* durch Querteilung unterscheiden soll, ist im Anhang an die Gattung *Chlamydomonas* unter den unsicheren Arten behandelt.



Fig. 237. *a* *Chlamydomonas isotoma*; *b* *Chlamydomonas acuta* (nach Korschikoff).

99. *Chlamydomonas isotoma* Korschikoff (Fig. 237*a*). Zellen mehr gestreckt verkehrt-eiförmig-ellipsoidisch, basal verschmälert, vorne stumpf. Membran zart, basal leicht abstehend. Keine deutliche Papille, Geißeln an den beiden Seiten des vorderen Endes, aber ziemlich weit voneinander inserierend, kürzer als die Zelle. Stigma im vorderen Drittel, länglich, etwas über dem kugeligen, seitenständigen Pyrenoide stehend, das über der Zellmitte liegt. Kern basal. Kontraktile Vakuolen, vorne gelegen, zwei. Teilung der Quere nach. Isogameten, von der Form der jungen Zellen, behäutet: bei der Kopulation aus den Membranen austretend. Zygote glatt. Zellen 10–12 μ lang, über 6 μ breit.

Rußland: Charkow.

100. *Chlamydomonas celerrima* Pascher (Fig. 238). Zellen ausgesprochen breit verkehrt eiförmig, vorne breit, fast halbkugelig abgerundet, basal fast kegelförmig verschmälert und stumpflich. Membran sehr zart, vorne mit kleiner halbkugeliger Papille. Geißeln fast zweimal körperlang. Chromatophor ausgesprochen wandständig, oft sehr blaß gelbgrün, manchmal sehr grobwabig, in seinen Rändern meist sehr unscharf begrenzt; in der Form einer gegen die Enden oft verschmälerten, an den Rändern in mannigfacher Weise gelappten oder gekerbten Platte, die die beiden Enden frei läßt, drei Viertel der Zellwand auskleidet, sehr ungleich dick ist und in einer sehr derben Verdickung in halber Zellhöhe das kugelige Pyrenoid trägt. Kern meist etwas nach vorne gerückt. Stigma klein elliptisch, am Vorderende des Chromatophoren, gelbbraun manchmal

kaum mehr wahrnehmbar. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung der Länge nach, mit ganz leichter Schrägneigung, schließlich vier Tochterzellen liefernd, die beim Austreten meist nur ellipsoidisch und nicht verkehrt eiförmig sind, manchmal ihre definitive Form aber schon in der Mutterzelle annehmen. Andere Stadien nicht beobachtet. Bewegung ganz unglaublich schnell, ein hastiges, mit unglaublich raschen Rotationen verbundenes, weitbogiges Dahinschießen. Soweit ich sehen konnte, die rascheste der Volvocalen. Zellen 12–17 μ lang, 1½-mal länger als breit.

Zu *Chlamydomonas celerrima* gehörten vielleicht auch kleine Palmellen, mit einem Protoplasten, der dem der Monade ziemlich entsprach, nur konnte ich das Ausschlüpfen der Schwärmer nicht sehen.

In einem flachen Wiesentümpel, in denen Heu langsam verfaulte. Zugleich eine sehr bunte Gesellschaft sapropeler Organismen (Hoisenradalm bei Ischl, Oberösterreich).

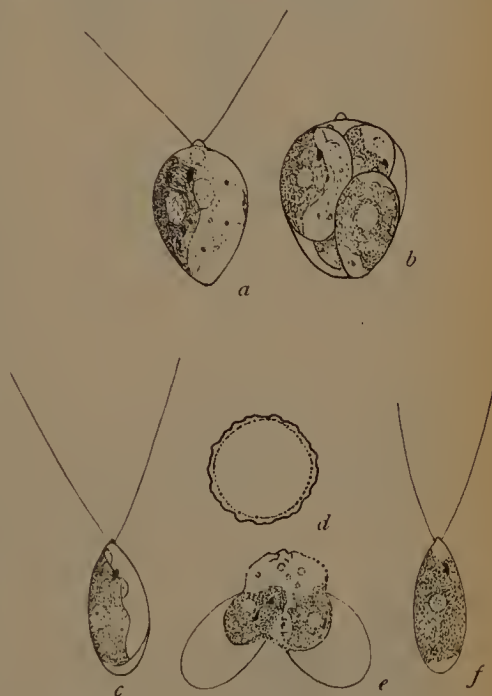


Fig. 238. *Chlamydomonas celerrima*.

a vegetative Zelle; b vegetative Teilung; c, f Gameten; e Kopulation; d reife Zygote.

101. *Chlamydomonas*

acuta Korschikoff

(Fig. 237b). Zellen

sehr gestreckt, ver-

kehrt ellipsoidisch-eiförmig, bis kurz spindelförmig, basal lang

und schließlich spitz verschmälert, vorne abgerundet. Membran

zart, vorne mit einer sehr kleinen, doch deutlichen Papille

versehen. Geißeln körperlang. Chromatophor in der Form

einer muldenförmigen Platte, die die Zelle der Länge nach

ganz, im Umfange aber nur halb auskleidet und leicht lappige

Ränder hat. Pyrenoid seitenständig, in halber Höhe der Zelle.

Stigma relativ klein, etwas über der Zellmitte. Kern unter

der Zellmitte, oft etwas seitlich gelegen. Teilung und andere

Stadien sind nicht beschrieben. Zellen 16–20 μ , 5–8 μ breit.

Rußland.

102. *Chlamydomonas elegans* G. S. West (Fig. 239). Zellen ei-ellip-

soidisch, bis schief eiförmig, meist etwas einseitig gefördert.

Basal beidseits breit abgerundet, vorne breit stumpf. Membran

sehr zart, ohne vordere Papille. Geißeln körperlang oder etwas länger. Chromatophor seitenständig, in der Form einer wandständigen, gebogenen Platte, die das hintere Viertel ganz freiläßt und bis auf einen tiefen, relativschmalen Ausschnitt bis fast ganz nach vorne reicht, mit seinen Längsrändern nicht zusammenschließt, sondern eine sehr breite, fast ein Drittel des Umfanges einnehmende helle Zone frei läßt. Pyrenoid deutlich, in der Mitte oder etwas tiefer. Kerne im vorderen Drittel gelegen. Kein Stigma. Erste Teilung in der Form einer schiefen Längsteilung. Außer der Teilung keine anderen Stadien beobachtet. Länge 23–37 μ , Breite 13–15 μ .



Fig. 239. *Chlamydomonas elegans*. Oben vegetative Zelle; unten Teilung (nach West).

Im Gebiete einmal beobachtet. Mit Wasser ausgefüllte Granattrichter am Plöckenpasse (Kärnten). England aus einem Regenwassertümpel.

103. *Chlamydomonas asymmetrica* Korschikoff (Fig. 240). Zellen ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet; dadurch daß der Chromatophor nach der einen mehr gewölbten Seite verrückt und die Papille mehr gegen die platte Seite gelagert ist mit deutlicher Basis und Rückenseite und von der Seite her gesehen asymmetrisch; vom Rücken her gesehen, aber monsymmetrisch.

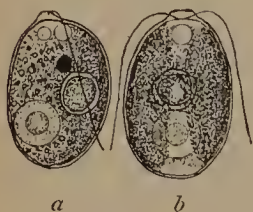


Fig. 240. *Chlamydomonas asymmetrica*. *a* links von der Seite; *b* an der Rückenseite (nach Korschikoff).

Membran zart, anliegend; vorne in eine flache, nicht vermittelte, niedrige Warze, die vorne geradlinig abgestutzt ist, verdickt. Geißeln etwas kürzer als die Zelle. Chromatophor muldenförmig, der Rückenseite anliegend und über die breite Fläche der Zelle herabreichend. In der halben Höhe der Zelle mit einer mächtigen Verdickung versehen, in der das große, kugelige Pyrenoid liegt. Stigma fast kreisförmig, ein wenig über dem Pyrenoid gelegen. Kern basal, mehr gegen die flache Bauchseite hin gelagert. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Erste Teilung quer. Isogameten behäutet, von der Form junger Zellen, bei der Kopulation aus der Membran austretend. Zygote glatt. Zellen bis 16 μ lang, bis 10 μ breit. Zygote 10–12 μ im Durchmesser.

Rußland: Charkow.

104. *Chlamydomonas minima* Korschikoff (Fig. 241). Zellen länglich ellipsoidisch, leicht nierenförmig, dadurch einseitig

und monosymmetrisch, beidseits stumpf. Membran sehr zart, ohne vordere Papille. Chromatophor die Konvexseite der Zelle trogförmig auskleidend, die Enden wie auch die Konkavseite freilassend, mit einem in der Mediane und in halber Zellhöhe gelegenen kugeligen Pyrenoide. Stigma klein, etwas über dem Pyrenoide gelegen. Kern in der hinteren Zellhälfte gelegen. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen, Geißeln knapp so lang wie die Zelle. Teilung der Quere nach. Zellen 8–15 μ lang.

Rußland: Charkow.



Fig. 241.

Chlamydomonas minima
(nach Korschikoff).



Fig. 242.

Chlamydomonas minutissima
(nach Korschikoff).

105. *Chlamydomonas minutissima* Korschikoff (Fig. 242.) Zellen gekrümmt, ausgesprochen walzlieh, gegen die beiden breit abgerundeten Enden zu nicht verschmälert. Membran sehr zart, anliegend, ohne Papille. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperläng. Chromatophor in der Form einer wandständigen einseitigen Platte, die ungleich breit ist. Pyrenoid seitlich am Chromatophoren, annähernd in halber Höhe. Stigma vorne, kurz strichförmig. Kern annähernd in halber Höhe der Zelle, in der Nähe des Pyrenoides. Zwei kontraktile Vakuolen. Zellen bis 7 μ lang.

Rußland: Charkow.

Untergattung V. *Pleiochloris*.

Meist größere Arten mit topfförmigen, manehmal auch mantelförmigen Chromatophoren, der immer mehrere Pyrenoide enthält. Wenig bekannte Artgruppe, ohne sichere Übergänge zu anderen Untergattungen. Allem Anscheine nach nicht einheitlich und wahrscheinlich auf verschiedene Gruppen mit einem Pyrenoide zurückgehend¹⁾.

Bei dieser Untergattung wäre das Verhalten der Pyrenoide bei der Teilung genau zu untersuchen.

Pleiochloris entspricht *Carteriopsis* innerhalb der Gattung *Carteria*.

1) Bei der Untergattung *Chlamydella*, Reihe *Monopleura* treten ebenfalls Formen mit mehreren (zwei) Pyrenoiden auf. Hier stehen sich die beiden Pyrenoide in halber Zellhöhe gegenüber. Ebenso zerfällt der ringförmige Pyrenoidkörper von *Chl. cingulata* ebenfalls manchmal in mehrere Pyrenoide, die zwar oft durch fadenförmige Zusammenhänge oder die äquatoriale Anordnung deutlich ihre Genese aus dem Ringpyrenoid erkennen lassen, oft aber auch ziemlich unregelmäßig über den Chromatophoren zerstreut sind.

106. *Chlamydomonas Rudolphiana* Pascher (Fig. 243). Zellen gestreckt eiförmig ellipsoidisch, basal abgerundet, vorne verschmälert, etwas stumpf. Membran dünn, soweit beobachtet, nicht abstehend, ohne vordere Papille. Chromatophor seiteständig, seltener auch das abgerundete Basalende auskleidend, mit sehr ungleich lappigen, nicht zusammenschließenden Rändern; das vordere Ende frei lassend, manchmal stellenweise verdünnt, mit mehreren bis sieben und noch mehr Pyrenoiden, die manchmal auffallend ungleich groß sind. Ein sehr deutliches vorne gelegenes, strichförmiges, oft langes Stigma. Kern annähernd in der halben Höhe der Zelle, meist der Chromatophorenseite genähert. Geißeln kaum körperlang. Vakuolen wahrscheinlich nur zwei, vorne; vielleicht aber auch mehrere, die über den Protoplasten verteilt wären.

Längsteilung, Tochterzellen schließlich ganz quer gelagert, doch nicht wenn zwei Teilungen erfolgen. Bewegung sehr rasch unter unglaublich rascher Rotation. Andere Stadien nicht beobachtet. Zellen bis $3\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, bis $27\ \mu$ lang. — Hirschberger Großteich, Böhmen.



Fig. 243. *Chlamydomonas Rudolphiana*. a Zelle mehr von der Seite; b von unten; c zwei; d Verteilung

107. *Chlamydomonas coccifera* Goroschankin (Fig. 244). Zellen breit elliptisch, nach vorne ganz leicht eiförmig verschmälert, annähernd $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, basal breit abgerundet. Membran deutlich, vorne mit einer sehr großen, stumpfen Warze. Geißel ungefähr so lang wie die Zelle. Chromatophor groß, fast ganz nach vorne reichend, topfförmig, ohne besondere Verdickungen mit mehreren, 5—8 deutlichen, unregelmäßig und über den ganzen Chromatophoren verteilten Pyrenoiden und einem vorne gelegenen, strichförmigen langen Stigma. Zellkern in der Mitte

der Zelle. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne, unter der Geißelbasis. Teilung beobachtet, es wird nicht angegeben, ob Quer- oder Längsteilung. Geschlechtliche Fortpflanzung beobachtet, ausgesprochene Eibefruchtung. Die männlichen Schwärmer entstehen zu 16 in den Zellen, sind mehr kugelig und haben über körperlange Geißeln, meist nur ein (oder seltener 2—3) Pyrenoid, und sind behäutet. Zu weiblichen Geschlechtszellen wandeln sich direkt ganze veg. Zellen um; sie verlieren die Geißeln, vergrößern sich sehr, ebenso vergrößern sich ihre Pyrenoide. Sie bleiben ebenfalls behäutet.

Der männliche Schwärmer verfestigt sich an der Eizelle an der Stelle der früheren Hautwarze. Die völlige Vereinigung der beiden Protoplasten erfolgt erst, wenn sich bereits um die vereinigten männlichen und weiblichen Zellen unter ihren alten Häuten neue gemeinsame Schichten gebildet haben. Darin kommt *Chl. coccifera* der *Chl. Braunii* nahe. Zygoten rund, ohne Membranskulptur, mit mehreren, abstehenden Schichten. Zellen 22–27 μ lang. Weibliche Zellen 28–34 μ im Durchmesser. Männliche Schwärmer 7–9 μ .

Bis jetzt nur im Botanischen Garten zu Moskau gefunden.

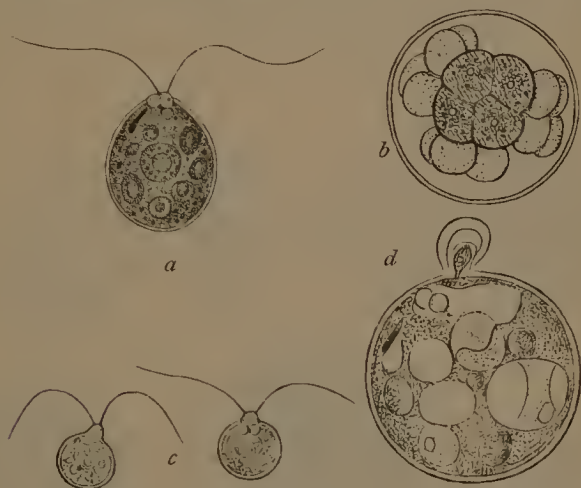


Fig. 244. *Chlamydomonas coccifera*. a vegetative Zelle (Papille undeutlich); b Spermatozoidenbildung in einer zum Antheridium gewordenen vegetativen Zelle; c Spermatozoiden; d Eizelle; die direkt aus einer vegetativen Zelle entstanden ist, durch ein Spermatozoid befruchtet (nach Goroschankin).

Chl. coccifera hat die weitestgehende sexuelle Differenzierung innerhalb der Gattung *Chlamydomonas*, wahrscheinlich unter allen einzellebenden Volvocalen. Hier wandelt sich die vegetative Zelle, statt erst die weiblichen Schwärmer zu bilden, direkt ohne Teilungen zum weiblichen Schwärmer um, ein Fall, der erst wieder bei den Volvocalen *Eudorina*, *Volvox*, *Pleodorina* und den meisten oogamen Grünalgen realisiert ist. Das weibliche Zoosporangium wird direkt zum Oogonium. Auffallend ist dabei, daß in den männlichen Zellen, die die männlichen Schwärmer bilden, nur eine so geringe Anzahl von männlichen Schwärmern gebildet wird; die Differenzierung zur Normalform der Spermatozoiden, wie wir sie bei *Volvox* finden, ist noch nicht erreicht.

108. *Chlamydomonas gigantea* Dill (Fig. 245). Zellen breit ellipsoidisch bis leicht verkehrt eiförmig, mit manchmal nicht sehr gleichmäßigen Flanken, beidseits breit abgerundet. Membran relativ zart, vorne in ein im Verhältnis zur Größe der Flagellate kleinen, doch deutlichen, fast halbkugeligen Papille

verdickt. Geißeln annähernd körperlang. Chromatophor sehr groß, gleichmäßig, basal also nicht auffallend verdickt, mit ziemlich unregelmäßig begrenztem, länglichem Lumen, ganz nach vorne reichend und vorne deutlich gestreift, zusammenneigend. Pyrenoide mehrere, 3—9, nicht regelmäßig gelagert sondern ungleichmäßig verteilt. Stigma sehr deutlich, knapp über der Mitte gelegen, ausgesprochen länglich, scheibenförmig. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Längsteilung. Asexuelle Cysten beobachtet: kugelig mit zahlreichen, hellbleibenden, kurzkegelförmigen Membranwarzen besetzt, der andere Teil der Membran schließlich dunkelbraun. — Länge 34—38 μ , Breite 24—28 μ .

Um Basel. In einer ähnlichen Form einmal in Dänemark gesehen.



Fig. 245. *Chlamydomonas gigantea*. *a* vegetative Zelle; *b* Cyste (nach Dill).

109. *Chlamydomonas sphagnicola* Fritsch und Takeda (*Isococcus sphagnicola* Fritsch und Takeda) (Fig. 246). Zellen breit ellipsoidisch, um $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mal (seltener mehr) länger als breit, beidseits breit abgerundet, nach vorne nicht verschmälert, dagegen nach hinten manchmal bogig verschmälert und dann breit stumpf bis leicht spitzlich. Membran auffallend gleichmäßig dick und vorne mit zwei voneinander abgerückten großen, gerade abgestutzten Warzen versehen, diesymmetrisch zueinanderstehen. Da diese Warzen nur in der einen Mediane, derselben, in der auch die beiden ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal körperlangen Geißeln stehen, zu sehen sind, so zeigt der Organismus von der anderen Mediane aus betrachtet, nur eine der beiden sich jetzt verdeckenden Warzen. Manchmal nur eine Warze vorhanden. Protoplast der Membran nicht anliegend, dazwischen vielleicht eine in ihrer Mächtigkeit schwankende, gallertige Schicht. Protoplast ebenfalls breit ellipsoidisch, vorne mit einem hyalinen Wärrchen von dem die beiden Geißeln ausgehen und neben den Warzen, an deren

Außenseite die Membran durchsetzen. Chromatophor einer, ganz nach vorne reichend, topfförmig, granuliert, mit mehreren, vier oder noch mehr wandständigen, annähernd kugeligen Pyrenoiden, die unregelmäßig über den Chromatophoren verteilt sind. Ein großes, linsenförmiges Stigma, im vorderen Drittel. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen an der Geißelbasis, zwei. Vermehrung durch Längsteilung schließlich vier Tochterzellen gebend. Geschlechtliche Fortpflanzung, Sporen und Palmellen anscheinend nicht beobachtet.

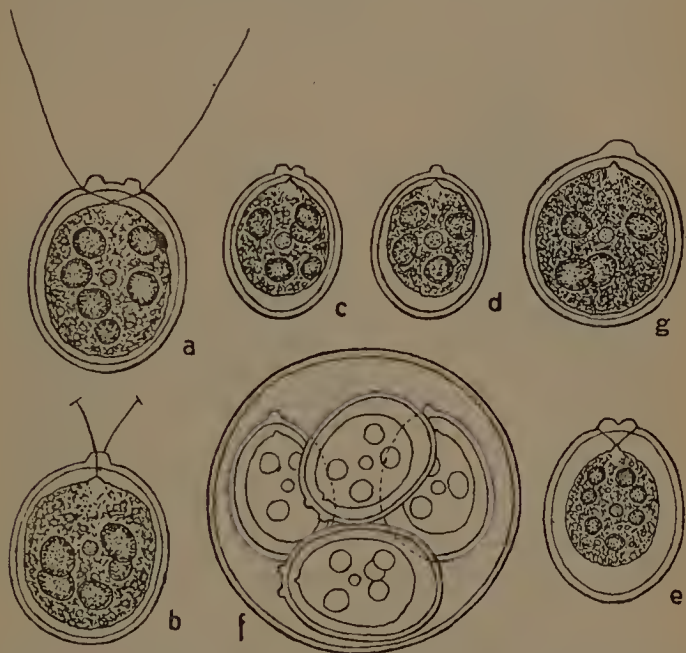


Fig. 246 *Chlamydomonas sphagniccla*. *a, c, e* Zellen normal zur Geißelebene gesehen; *b, d, g* in der Geißelebene gesehen; *f* Teilung (nach Fritsch und Takeda).

Länge 21–29 μ , Breite 15–18 μ . Anscheinend manchmal in der einen (nicht der Geißel-)Mediane ein wenig schmaler. Membran bis 1 μ dick.

Bislang nur aus England: in Torfsümpfen (Keston, Kent) in einem Sumpfe (Richmond Park, Surrey). Auch ans Rußland. Ich fand einmal leere Membranen, die ebenfalls zwei Warzen hatten. Möglicherweise handelte es sich um Reste dieser Monade.

Die Art fällt durch ihre dicken Membranen, die Tendenz zwei Warzen zu bilden und die Mehrzahl der Pyrenoide auf. Ich glaube aus Analogie zu den morphologischen Verhältnissen anderer *Chlamydomonaden* schließen zu können, daß es sich nicht um einfach gestaltete Warzen handelt, sondern um Warzen, die an der Außenseite rinnenförmig vertieft sind.

110. *Chlamydomonas Cienkowskii* Schmidle (*Chlam. obcusa* im Sinne Cienkowskis, *Chlam. grandis* Stein Fig. 49, nicht

Fig. 47 und 48) (Fig. 247). Zellen sehr gestreckt ellipsoidisch bis ausgesprochen walzlich; beidseits breit, oft fast flach abgerundet, mit fester, manchmal leicht abstehender Haut, die vorne eine ziemlich große, kegelförmige Papille hat, Geißeln etwas kürzer als die Zelle. Chromatophor groß, die ganze Wand bis nach vorne auskleidend, basal nicht verdickt, mit mehreren ziemlich unregelmäßig verteilten Pyrenoiden. Stigma groß, strichförmig im vorderen Viertel gelegen. Zwei vorne gelegene, große, kontraktile Vakuolen. Teilung im ruhenden Gallertstadium der Länge



Fig. 247. *Chlamydomonas Cienkowskii*. a, c vegetative Zellen; b Teilung (a nach Stein; b, c nach Cienkowski).

nach und so, mehrzellige von weitgeschichteten Hüllen umgebene kleine Gloeocystisstadien bildend. Zellen bis dreimal so lang als breit bis 40 μ in die Länge messend.

Aus Böhmen und aus Sachsen. Wohl verbreitet aber selten. Ich sah mehrmals Formen, die mehr der Zeichnung von Cienkowski nahe kamen. *Chlamydomonas Cienkowskii* sieht in ihrer Zelle sehr der *Chlamydomonas Steinii* ähnlich die Goro-schankin aus der Sammelart *Chl. grandis*, sowie sie Stein abbildete, heraushob; sie unterscheidet sich aber leicht von dieser durch den nicht längsgestreiften Chromatophoren und die vielen, regellos zerstreuten Pyrenoide. Auch in dem von Schmidle gegebenen Umfange ist *Chl. Cienkowskii* vielleicht nicht sehr gleichartig aussehend, es handelt sich aber vielleicht doch um Varianten einer größeren Variationsbreite.



Fig. 248.
Chlamydomonas breviciliata (nach Korschikoff).

111. *Chlamydomonas breviciliata* Korschikoff (Fig. 248). Zelle sehr gestreckt walzlich, gegen die Basis fast unmerklich verbreitert, beidseits breit abgerundet. Membran zart, anliegend. Papille relativ breit, abgestutzt und leicht ausgerandet, nicht scharf abgesetzt. Geißeln kaum ein Drittel der Zellenlänge messend. Chromatophor topfförmig oder, durch Schwund des Basalstückes, fast röhrenförmig, sehr weit nach vorne reichend. Mit

mehreren, bis 13 unregelmäßig verteilten Pyrenoiden. Kern fast zentral. Stigma fast lanzettlich zweispitzig, annähernd in halber Höhe der Zelle. Kontraktile Vakuolen in ihrer Zahl nicht sicher (zwei?). Erste Teilung quer. Länge der Zellen bis $54\ \mu$. Breite bis $20\ \mu$. Doch manchmal viermal so lang als breit.

Rußland: Charkow.

Im Gebiete beobachtete ich eine sehr ähnliche, aber kleinere Form mit ebenfalls ungemein kurzen Geißeln.

112. *Chlamydomonas pseudogigantea* Korschikoff (Fig. 249). Zellen kurz und breit walzlich, mit sehr flach abgerundeten Enden. Membran dünn, vorne in eine kleine, deutliche, fast halbkugelige Papille verdickt. Geißeln etwas kürzer als die Zelle. Chromatophor wandständig, fast bis nach vorne reichend;

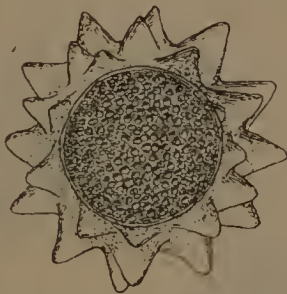


Fig. 249. *Chlamydomonas pseudogigantea*. Vegetative Zelle und Zygote (nach Korschikoff).

Fig. 250. *Chlamydomonas striata* (nach Korschikoff).

ohne basale Verdickung, zart, längsstreifig; mit vielen, mehr als acht Pyrenoiden. Stigma in der vorderen Hälfte. Kern zentral. Zahlreiche Vakuolen über die ganze Zelle verteilt. Erste Teilung quer, ohne daß eine Protoplastendrehung stattgefunden hat. Cysten (Zygoten(?)) mit zahlreichen stumpf kegelförmigen Warzen besetzt. Zellen bis $36\ \mu$ lang, $32\ \mu$ breit. Cysten bis $48\ \mu$ im Durchmesser.

Rußland: Charkow.

113. *Chlamydomonas striata* Korschikoff (Fig. 250). Zellen kurz ellipsoidisch, seltener kurz walzlich mit breit abgerundeten Enden. Membran zart, mit einer sehr niedrigen kleinen stumpfen Papille, die nicht scharf abgesetzt ist. Chromatophor wandständig, ohne basale Verdickung, deutlich längsstreifig, fast bis zur Papille reichend. Mehrere Pyrenoide, bis 8. Stigma etwas über der Mitte, lang und schmal, strichförmig. Kern zentral. Geißellänge nicht angegeben. Zellen $18-32\ \mu$ lang, $15-20\ \mu$ breit. In Torfsümpfen.

Rußland: Charkow.

114. *Chlamydomonas ignava* Korschikoff (Fig. 251a). Zellen lang ellipsoidisch, an beiden Enden verschmälert und stumpf.

Membran gleichmäßig und relativ weit abstehend, vorne in eine große, abgestumpfte Papille ausgezogen, in welche der Protoplast mit einer zarten Papille hereinragt, aus der zwei halbkörperlange Geißeln kommen. Chromatophor wandständig, ohne besonders verdicktes Basalstück, etwas unregelmäßig längsstreifig, nur das vordere Ende der Zelle frei lassend, mit zahlreichen Pyrenoiden (bis 9).

Stigma dick, in der vorderen Hälfte, elliptisch. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Kern zentral. Teilung wahrscheinlich der Quere nach. Junge Zellen haben noch anliegende Membranen. Die Zellen sind zwar häufig frei, sitzen aber nach Korschikoff häufig mit ihren verkürzten und verschleimten Geißeln auf anderen Algen (*Tolypothrix*

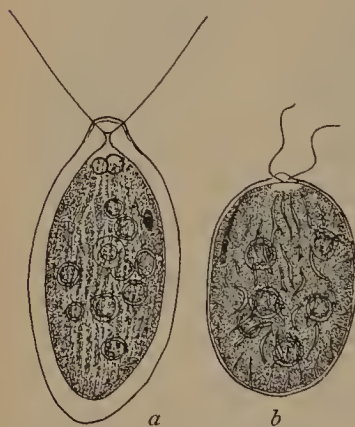


Fig. 251. *a* *Chlamydomonas ignava* (nach Korschikoff); *b* *Chlamydomonas rubrifilum* (nach Korschikoff).

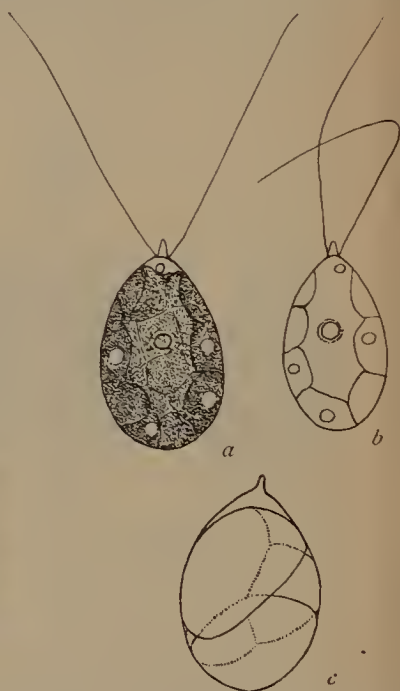


Fig. 252. *Chlamydomonas apiculata*. *a* vegetative Zelle bei oberflächlicher Einstellung; *b* im optischen Längsschnitte; *c* Teilung.

distorta) auf. Zellen 21–44 μ lang, 8–20 μ breit. — Rußland: Charkow in Torfsümpfen.

115. ***Chlamydomonas rubrifilum* Korschikoff** (Fig. 251b). Zellen breit ellipsoidisch bis fast ellipsoidisch-walzlich, beidseits breit abgerundet. Membran deutlich, vorne in eine sehr kleine stumpfe und niedrig kegelförmige Warze verdickt. Geißeln auffallend kurz, kaum halb so lang als die Zelle. Chromatophor topfförmig, bis zur Papille reichend, der Länge nach durch manchmal verzweigte Spalten geschlitzt, mit mehreren unregelmäßig verteilten Pyrenoiden (8–13). Kern in der Mitte. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Stigma sehr auffallend, vorne gelegen, in der Form eines zarten Striches, der in der Längs-

richtung der Zelle von vorne bis fast zur halben Zelle herabzieht. Teilung und andere Stadien nicht beobachtet. Zellen bis 42 μ lang, bis 28 μ breit.

Rußland: Torfmoore um Charkow.

116. *Chlamydomonas apiculata* Pascher (Fig. 252). Zellen schön eiförmig, ca. $1\frac{3}{4}$ mal so lang als breit, basal breit abgerundet. Membran sehr zart, manchmal basal leicht abstehend. Vorne eine sehr schlanke kegelförmige Papille, die zweimal so lang als breit ist. Chromatophor sehr groß, topfförmig, vorne nur eine ganz kleine, helle Partie freilassend, basal kaum verdickt. Von innen her durch breite unregelmäßige Furchen wulstig-hügelig und sehr ungleich dick. Diese Furchen dringen manchmal bis zur Oberfläche durch und verleihen dem Chromatophoren ein mosaikartiges Aussehen, indem sie ihn, allerdings nicht völlig, in polygonale Stücke, zerteilen. Der Chromatophor ist aber dabei noch größtenteils einheitlich. Eine Auflösung in einzelne Teile erfolgt nicht. Pyrenoide mehrere, 3—7, unregelmäßig verteilt. Chromatophor über ihnen nicht auffallend verdickt. Kein Stigma. Kern etwas vor der Mitte. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung der Länge nach angelegt, dann unter Drehung sehr schief bis fast quer durchgeführt. Andere Stadien nicht bekannt. Zellen 18—32 μ lang, 8—22 μ breit. Bewegung sehr rasch.

Zwischen Fadenalgen aus einem Altwasser der Ischl bei Strobl.

Eine durch die Form der Papille und des Chromatophoren sehr auffallende Form.

Untergattung VI. *Chloromonas*.

(*Chloromonas Gobi* als Gattung.)

Diese Untergattung wird gebildet von jenen Arten, die kein Pyrenoid haben. Die Untergattung ist völlig heterogen, da sie gewiß auch Formen umfaßt, die ihr Pyrenoid verloren haben und mit Pyrenoid führenden Arten sehr nahe verwandt sind. An ihrer Zusammensetzung können sich natürlich alle anderen Untergattungen beteiligen, soweit ihre Angehörigen eben ihr Pyrenoid verloren haben. Besonders klar zeigt dies *Chl. inversa*, die eine mächtige Querplatte im Chromatophoren hat, wie sie nur bei der Untergattung *Agloë* auftritt. In dieser Querplatte ist bei *Agloë* immer das Pyrenoid vorhanden. Bei *Chl. inversa* fehlt aber dieses Pyrenoid, obwohl der Chromatophor noch die Querplatte für das Pyrenoid hat. Ebenso stimmen andere hierhergestellte Arten mit Pyrenoid führenden Arten anderer Untergattungen weitgehend überein. Inwieweit alle Arten dieser Untergattung pyrenoidlos gewordene Formen darstellen, ist schwer zu sagen, natürlich kann es auch dabei Arten geben, die niemals ein Pyrenoid hatten. Es wird aber sehr schwer sein, mit rein morphologischen Methoden dies zu entscheiden.

Die Untergattung *Chloromonas* entspricht völlig der ebenfalls pyrenoidlosen Untergattung *Tetramatix* bei *Carteria*.

117. **Chlamydomonas Grovei** G. S. West (Fig. 253). Zellen winzig klein, kugelig oder kugelig-leicht eiförmig. Mit zarter Membran, ohne vordere Papille. Geißeln dreimal körperlang oder länger. Chromatophor sehr kräftig topfförmig, basal sehr dick und hier fast die halbe Zelle ausfüllend, vorne ein annähernd kugelförmiges, im optischen Schnitte kreisförmiges Lumen frei lassend. Ohne Pyrenoid, ohne Stigma. Kern in der vorderen Zelhälfte. Unvollständig beobachtet; nur im unbeweglichen und ohne Teilungsstadien gesehen. Länge 2,5–4,5 μ , Breite 2,5 bis 4 μ .

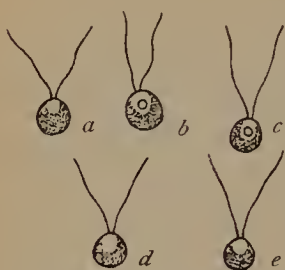


Fig. 253. a–e *Chlamydomonas Grovei* (nach West).

England (Studley Castle, Cambridge, Warwickshire). Auch im Gebiete. Es gibt einen ganzen Schwarm

kleinster *Chlamydomonas*-Arten mit und ohne Papille, mit und ohne Pyrenoid. Sie sind nur durch Zufall zu erhalten und gehen durch alle Netze.

118. **Chlamydomonas Westiana** Pascher (Fig. 254). (*Chlamydomonas globulosa* Perty *sensu* West. Zellen kugelig bis ganz kurz ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet. Membran sehr deutlich und fest, oft sehr derb, manchmal leicht rötlich gefärbt, oft darüber eine dentliche, oft ziemlich breite, manchmal granulierte Gallerthülle. Keine vordere Membranpapille. Geißeln etwas über körperlang. Chromatophor ungemein kräftig, fast hohlkugelförmig mit dicker Wand, ohne verdicktes Basalstück, mit fast kugeligem Lumen, in dem der Kern liegt. Chromatophor vorne mit einem kleinen hellen im optischen Schnitte halbkreisförmigen bis verkehrt dreieckigem Ausschnitte versehen, hier die beiden kontraktiven Vakuolen. Im vorderen Drittel ein in seiner Größe sehr schwankendes, scheibchenförmiges Stigma. Kein Pyrenoid. Längsteilung. Palmellen, Sporen und geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet, Bewegung ein ruhiges Vorwärtsrotieren um die Längsachse. Einzelne Zellen sehen durch den fast schwarzgrünen Chromatophoren oft ganz dunkel aus.

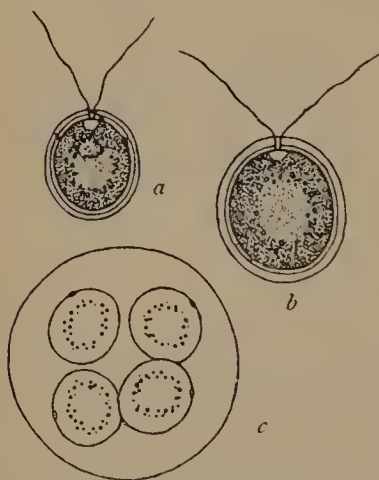


Fig. 254. *Chlamydomonas Westiana*. a, b verschiedene Größen und Formen; c Teilungsstadium (nach West).

Palmellen, Sporen und geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet, Bewegung ein ruhiges Vorwärtsrotieren um die Längsachse. Einzelne Zellen sehen durch den fast schwarzgrünen Chromatophoren oft ganz dunkel aus.

Länge 15–22 μ , Breite bis 18 μ .

Sehr verbreitete, doch nirgends sehr reichliche Form, die auch relativ große Verunreinigung verträgt. Meist in leicht versumpften Gewässern. Pertys Figur ist nicht sicher zu deuten, der Name *Chlamydomonas globulosa* ist ganz abzustellen. Es gibt noch mehrere andere, der *Chlamydomonas Westiana* nahestehende, Formen, doch mit sehr zarter Membran.

119. *Chlamydomonas depauperata* Pascher (Fig. 255). Zellen kugelig bis etwas verbreitert kugelig; Membran sehr zart, ohne Papille; manchmal fast rundum vom Protoplasten absteheud. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Chromatophor nach vorne nur schwach verdünnt, topfförmig bis ganz nach vorne reichend. Ohne Pyrenoid; Stigma nicht ganz vorne, in der vorderen Hälfte, länglich strichförmig. Chromatophor oft sehr grobmaschig entwickelt. Kern etwas vor der Mitte. Zwei kontraktile Vakuolen, vorgelegen. Teilung der Länge nach, vier Tochterzellen liefernd, die fast eiförmig sind und sich später abrunden. Andere Stadien nicht beobachtet. Durchmesser 13 bis 14 μ .

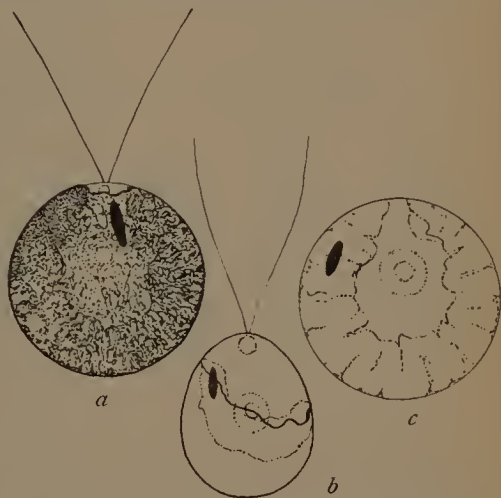


Fig. 255. *Chlamydomonas depauperata*.
a vegetative Zelle; b Chromatophor; c junge Zelle.

In sehr übel-
riechendem, stark
faulendem

Schlamme vom
Grunde eines mit

verwesenden Pflanzenteilen erfüllten Wiesentümpels, nach der Heunahd. (Ischl., Oberösterreich).

Diese Form kommt der *Chl. Westiana* sehr nahe, hat aber im Gegensatz zu dieser ein Stigma, und eine sehr zarte Membran, während die Membran bei der ersteren Art sehr derb fast schalenförmig ist. Außerdem ist dort der Chromatophor sehr kräftig. *Chl. Westiana* ist oft etwas ellipsoidisch-kugelig, neigt also zur Verlängerung in der Längsachse, während solche verlängerte Formen bei der *Chl. depauperata* nicht vorkommen. Diese Art schien eher zur Verbreiterung zu neigen.

120. *Chlamydomonas dentata* Pascher (Fig. 256¹⁾). Zellen kugelig, Membran sehr zart, anliegend ohne vordere Papille. Geißeln auffallend kurz, etwa halb so lang wie die Zelle. Chromatophor

1) In der Figur ist der Chromatophor, in der Absicht, seine Form recht klar zum Ausdruck zu bringen, in seiner Rippung übertrieben ausgefallen.

im Prinzip topfförmig, gleichmäßig dick, bis zum vorderen Viertel als geschlossenes Gebilde reichend. Außenseite des Chromatophoren mit meridonalen, ziemlich weit voneinander abstehenden Längsstreifen versehen, die Furchen bzw. Rippen entsprechen. Vorne aber setzen sich die Rippen etwas über den Vorderrand hinaus fort, so daß der Vorderrand der Chromatophoren förmlich grob und oft lang gezähnt aussieht. Die Enden dieser Zähne setzen aber nicht scharf ab, sondern verblassen und verschwinden ganz allmählich. Kein Pyrenoid vorhanden. Anwesenheit des Stigmas nicht sicher festgestellt. Manchmal scheint es, als sei im vorderen Drittel ein kleiner gelbbrauner Fleck vorhanden. Da aber der Chromatophor selbst sehr inhomogen war, oft große Löcher und Maschen aufwies, war ein sicherer Entscheid an dem geringen Material nicht möglich. Längsteilung. Junge Zellen haben einen einfach topfförmigen Chromatophoren, der nur schwache Längsstreifung hat. Sie sind auch mehr länglich. Zellen relativ klein, 9–13 μ im Durchmesser, Kern etwas vor der Mitte.

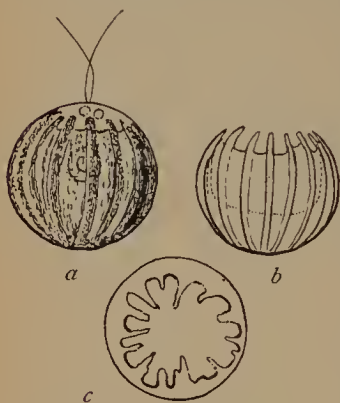


Fig. 256. *Chlamydomonas dentata*. *a* vegetative Zelle; *b* Chromatophor; *c* Zelle von vorne, nur der vordere Rand des Chromatophor eingezeichnet.

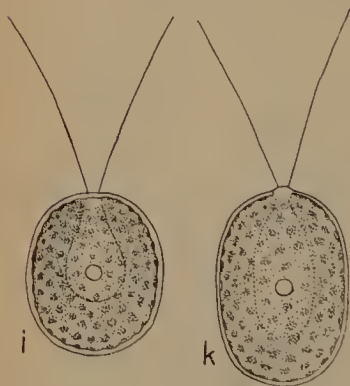


Fig. 257. *Chlamydomonas maculata*. Verschiedene Zellformen (nach Playfair).

Mit Diatomeen zusammen aus einer schleimigen, blasig abgehobenen, losgerissenen Diatomeendecke. Auffallend sind auch die winzigen Geißeln. Vielleicht entsprechen diese zur Beobachtung gekommenen Geißeln nur den dickeren basalen Geißelstücken. Die Bewegung war auffallend wackelig und langsam, vielleicht auch wegen der Behinderung durch die immerhin relativ zähe Diatomeengallerte.

121. *Chlamydomonas maculata* Playfair (Fig. 257). Zellen breit ellipsoidisch bis fast kugelig, beidseits breit abgerundet. Membran sehr derb, ohne Warze und etwas über körperlangen Geißeln. Chromatophor sehr groß und sehr dick, nach vorne nicht verdünnt, mit fast flaschenförmigem Lumen, ohne Pyrenoid. Stigma etwas über der Mitte. Kern in der Mitte. Vakuolen vorne. Länge 15–16 μ , Breite 15–16 μ . — Australien (Lismore).

Der Chromatophor zeigt hier eine eigentümliche regelmäßige Fleckigkeit dadurch, daß einzelne Stellen nach außen

dicker und dunkler zu sein scheinen. Da ich eine ganz ähnliche Form, allerdings nur in sehr wenigen, Individuen sah, nehme ich die Playfairsche Art auf, trotzdem sie sehr unvollständig beschrieben ist. Die Fleckung des Chromatophoren ist vielleicht auch durch die oft auffallend deutlich netzig-maschige Struktur des Chromatophoren verursacht.

122. *Chlamydomonas paupercula* Playfair (Fig. 258a und b). Zellen sehr gestreckt eiförmig, basal breit abgerundet, vorne stumpf, $2\frac{1}{2}$ – $3\frac{1}{2}$ mal so lang als breit. Membran sehr zart, anliegend, ohne vordere Papille. Protoplast mit seinem Vorderende oft in der Form einer breiten Papille vortretend. Geißeln körperlang. Chromatophor sehr kräftig, ohne basale Verdickung, fast gleichmäßig breit bis zum Vorderende der Zelle reichend. Ohne Pyrenoid. Ohne Stigma. Kernlage nicht angegeben. Vorne zwei kontraktile Vakuolen. Andere Stadien nicht bekannt. Länge 29 μ , Breite 18 μ .

Aus Australien.

Von *Chlamydomonas paupercula* unterscheidet sich:

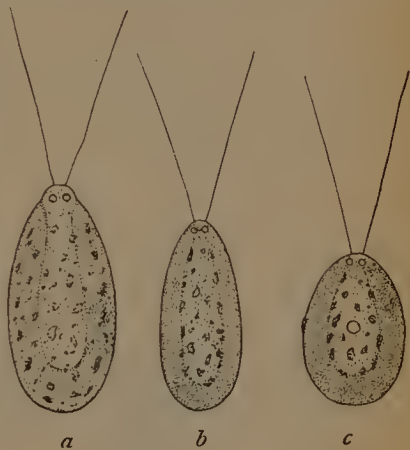


Fig. 258. *Chlamydomonas*. a, b *Chl. paupercula*; c *Chl. pusilla* (nach Playfair).

123. *Chlamydomonas pusilla* Playfair (Fig. 258c) nur durch die breit, nicht gestreckt eiförmige Gestalt (Zellen bis $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, Geißeln fast $1\frac{1}{2}$ mal körperlang). Das Stigma, das in halber Zellhöhe liegt, ist klein, doch deutlich. Chromatophor wie bei *Chl. obscura*. Australien.

124. *Chlamydomonas paradoxa* Pascher (*Chloromonas paradoxa* Korschikoff) (Fig. 259). Zellen in ihrer Gestalt ziemlich schwankend, eiförmig bis eiförmig-walzlich, oft gegen das Vorderende etwas kegelförmig verschmälert bis fast breit eiförmig-kugelförmig. Zellhaut dünn, anliegend, vorne ohne deutliche Papille. Geißeln über körperlang, in sehr charakteristischer Stellung, kurz nach aufwärts und außen gebogen, dann stark wagerecht abstehend, um dann mit weitem Bogen nach rückwärts gekrümmt zu sein. Geißeln immer in der Ebene liegend, in der der Chromatophor verlagert ist: man nimmt daher beide Geißeln und das schiefe Basalstück zusammen wahr. — Chromatophor topfförmig, basal verdickt. Basale Verdickung meist etwas seitlich verschoben und allmählich in das Wandstück vorübergehend; glatt ohne Streifung, sehr weit nach vorne reichend. Ohne Pyrenoid. Stigma blaß, unregelmäßig, relativ groß, ungefähr in halber Zellhöhe. Geißeln

annähernd körperläng oder etwas länger. Kern mehr in der vorderen Hälfte. Zwei kontraktile Vakuolen vorne, zwei. Teilung der Länge nach oder etwas schief, schließlich quer zu Ende geführt. Isogameten zu vierten oder acht gebildet, mit jungen Zoosporen weitgehend übereinstimmend aber in ihrer Gestalt weit stärker variierend: von fast walzlich bis

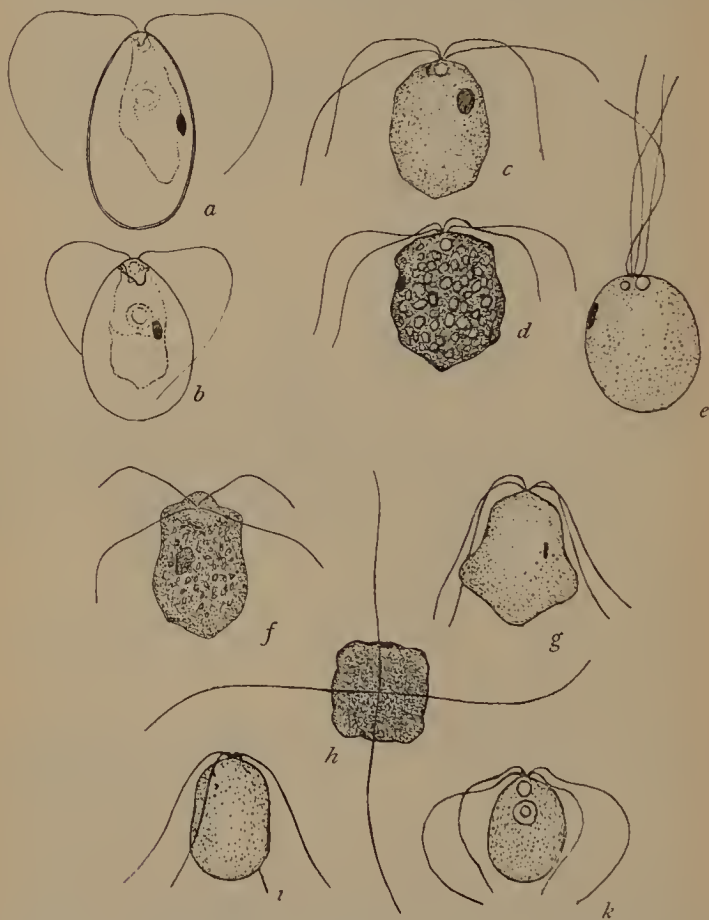


Fig. 259. *Chlamydomonas paradoxa*. a, b vegetative Zellen; c—k die, lang beweglichen Zygozoosporen; bei h von vorne (nach Korschikoff).

fast kugelig, behäutet. Bei der Kopulation verschmelzen die Membranen zur Wand der Zygozoospore. Diese selber bleibt ungemein lange beweglich (bis 10 Tage beobachtet) wächst sehr stark heran und nimmt dabei eine ganz charakteristische Gestalt an, so sehr, daß Korschikoff diese groß gewordenen Zygozoosporen als selbständige Organismen ansah und sie wegen ihrer charakteristischen, abweichenden Gestalt als eine eigene Chlamydomonaden-Gattung — *Tetradonta* — beschrieb. Diese so lange beweglichen Zygozoosporen sind

kurz zylindrisch, basal abgerundet oder auch verschmälert und haben am Vorderende oder am Hinterende oder an beiden je vier Vorwölbungen, welche bei jungen Stadien fehlen, bei größeren aber deutlicher werden und der Zygozoospore ein auffallendes Aussehen geben. Manchmal fehlen sie aber bei großen Zygozoosporen auch ganz; diese haben dann meist ein sehr unregelmäßiges Aussehen. Sie haben auch die beiden Geißelpaare der Gameten (charakteristische Stellung) und sehen dadurch wie eine *Carteria*-artige Volvokale aus. Schließlich kommen sie zur Ruhe und bilden eine Zygote, bei deren Keimung vier zweigeißelige *Chl. paradoxa*-Zellen austreten.

Rußland: Charkow.

Ich sah die charakteristischen vegetativen Zellen einmal aus Altwässern der Moldau bei Prag.

125. *Chlamydomonas anglica* Paseher (*Chlamydomonas variabilis* Dangeard, var. *anglica* West) (Fig. 260). Zellen sehr klein,

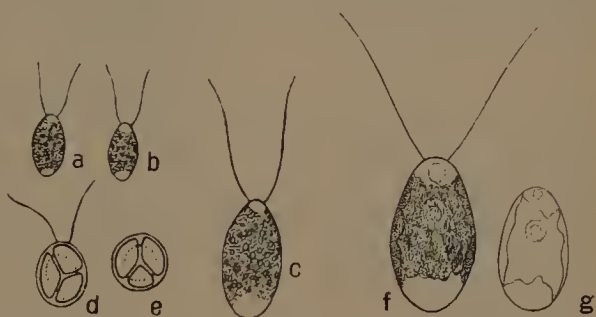


Fig. 260. *Chlamydomonas anglica*. *a, b, c* vegetative Individuen in verschiedener Vergrößerung; *d, e* Teilungsstadien; *f* vegetatives Individuum; *g* nur der Chromatophorenring eingezeichnet (*a—d* nach West; *f, g* Orig.).

ellipsoidisch, plump spindelförmig, nach vorne manchmal stärker verschmälert als nach hinten; beidseits aber stumpf. Membran sehr zart, anliegend, ohne vordere Papille. Geißeln relativ weit voneinander inserierend, körperlang. Chromatophor in seiner Ausbildung schwankend, entweder in der Form eines breiten, wandständigen Ringbandes, das beide Enden frei läßt; oder das Band ist nicht ringförmig geschlossen und läßt dann einen hellen Längsstreifen zwischen den Rändern frei; Ränder oft sehr ungleich lappig. Kein Pyrenoid, kein Stigma. Kern in der vorderen Hälfte der Zelle. Kontraktile Vakuolen nicht beobachtet. Länge der Zellen 7,5–11 μ , Breite 2–7 μ . In der Größe sehr schwankend.

Aus England (West); aus Holstein; um Prag (hier in einer gestreckteren Form).

West hat sie als eine Varietät der *Chl. variabilis* Dangeard aufgestellt. Sie ist mit dieser — die eine Membranpapille hat — gewiß nicht näher verwandt.

126. *Chlamydomonas reniformis* Playfair (Fig. 261). Unvollständig beschrieben, mit deutlicher Breit- und Sehmalseite. Von der

Breitseite breit verkehrt herzförmig mit verbreitertem, breit und spitz eingeschnittenem Hinterende. Von der Schmalseite elliptisch. Membran zart ohne Papille. Geißeln zweimal körperlang, auffallend dick. Chromatophor sehr groß, ein fast kreisförmiges Lumen, frei lassend. Ohne Pyrenoid, ohne Stigma.

Vermehrung nicht beobachtet. Länge 10,5 μ , Breite 8,5 μ . Australien (Lismore).

Unvollständig bekannt, doch, falls nicht falsch beobachtet, durch die bizarre Körperform auffallend.

127. *Chlamydomonas Smithiana* Pascher (Fig. 262). Zellen stark zusammengedrückt, von der Breitseite ei-elliptisch bis fast elliptisch, basal abgerundet oder leicht verschmälert stumpf. Von der Schmalseite elliptisch

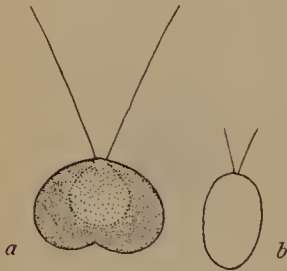


Fig. 261. *Chlamydomonas reniformis*. *a* von der Breit-, *b* von der Schmalseite (nach Playfair).

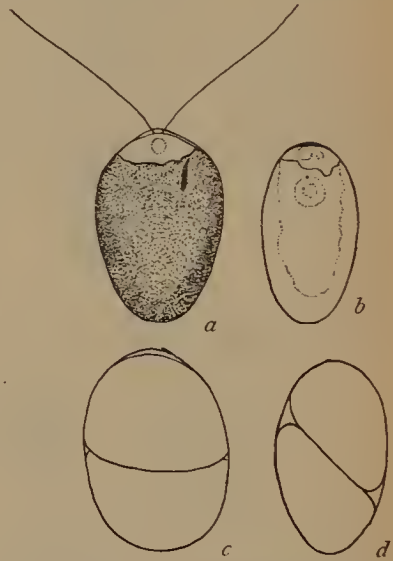


Fig. 262. *Chlamydomonas Smithiana*. *a* Breit-, *b* Schmalseite, *c* Teilung von der Breit-, *d* von der Schmalseite.

eirund. Irgendeine Längsdrehung war nicht erkennbar. Membran zart, nicht abstehend, vorne ohne Papille. Trotzdem die Membran etwas vorgezogen und verdickt. Chromatophor wandständig, relativ zart, ohne ausgesprochene basale Verdickung, nur vorne eine kleine helle Zone freilassend. Kein Pyrenoid, vorne ein großes leicht gekrümmtes Stigma. Zwei kontraktile Vakuolen. Geißeln körperlang. Kern vorne. Teilung von der Breitseite gesehen fast quer, dagegen von der während der Teilung etwas verbreiterten Schmalseite aus, ausgesprochen schief. Tochterzellen zunächst viel weniger abgeflacht, erst später ihre endgültige Form annehmend. Andere Stadien nicht beobachtet. Zellen 17–27 μ lang, bis 19 μ breit.

In einem mit Eisenbakterien besiedelten Graben bei Mugrau (Böhmerwald).

128. *Chlamydomonas mucosa* Pascher (*Chloromonas mucosa* Korschikoff) (Fig. 263). Zellen kugelig. Membran zart, vorne zu einer sehr breiten, niedrigen, stumpfen allmählich vermittelten Papille verdickt. Die ganze Zelle von einer mächtigen Gallert-

hülle umgeben. Geißeln aus den Rändern der Papille kommend, daher auffallend weit voneinander abstehend, annähernd körperlang. Chromatophor wandständig, wohl topfförmig, dick, vielleicht leicht netzförmig. Stigma äquatorial, länglich mit spitzen Enden. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen wahrscheinlich zwei, vorne gelegen. Angaben über Teilung fehlen. Bis 17–22 μ groß.

Rußland: Charkow,
Torfsümpfe (Korschikoff).

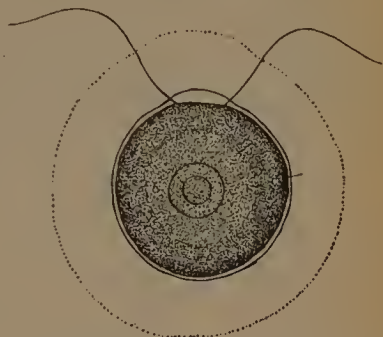


Fig. 263. *Chlamydomonas mucosa* (nach Korschikoff).

129. *Chlamydomonas apex* Pascher (Fig. 264). Zellen kugelig, bis breitkugelig, mit sehr zarter manchmal basal abstehender Membran, vorn

eine relativ große, kegelförmige, spitze Membranpapille und zwei Geißeln, die etwas kürzer als die Zelle oder so lang wie diese sind. Chromatophor sehr verschieden ausgebildet. Oft in der Form einer schiefstehenden, am Rande eingeschnittenen und grob gelappten Schale oder bei fehlendem Basalstücke einen sehr breiten, doch in der Breite sehr schwankenden Ringes, dessen

Rand mannigfaltig gelappt und gezackt ist oder eines nur einseitig anliegenden, ungleich breiten Bandes entwickelt. Ohne Pyrenoid. Stigma klein, vorne gelegen. Kern vor der Mitte. Kontraktile Vakuolen vorne. Teilung der Länge nach. Junge Zellen mehr eikugelig. Gameten zu 8–16 entwickelt (letzteres nur in abnorm großen Zellen), doch treten auch infolge Teilungshemmungen in einzelnen Teilprotoplasten

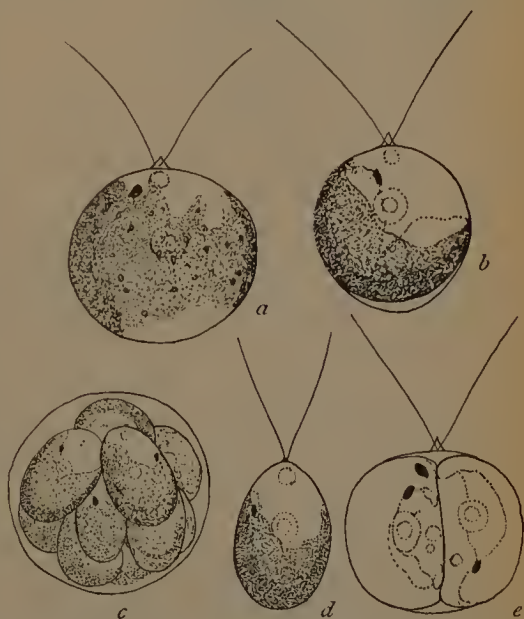


Fig. 264. *Chlamydomonas apex*. a, b vegetative Individuen, mit verschiedenen ausgebildeten Chromatophoren; c, d Teilungsstadien; e junge Zelle.

auch nur 10–12 Gameten in einer Zelle auf. Gameten sehr ungleich groß, ohne ausgesprochene Heterogamie, behäutet, mit sehr kleiner Papille und über körperlangen Geißeln; ausgesprochen eiförmig, vorne fast spitz. Chromatophor in den Gameten immer fast topfförmig. Kopulation von vorne beginnend. Die Membran wird während der Kopulation völlig abgestreift, so daß der Schlußakt der Kopulation mit unbehäuteten Gameten erfolgt. Reife Zygoten nicht beobachtet.

Zellen ca. 18–30 μ , meist 18–20 μ im Durchmesser. Gameten 6–13 μ lang.

Ans dem Hirschberger Großteiche in Böhmen. In angetriebenen Algenwatten in der Landungsbucht.

130. *Chlamydomonas inversa* Pascher (Fig. 265). Zellen kugelig, fast nie länglich. Membran sehr zart, vorne mit einer

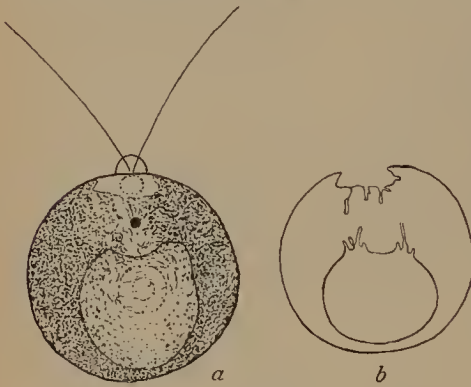


Fig. 265. *Chlamydomonas inversa*.

a vegetative Individuen; *b* Chromatophor im opt. Längsschnitte.

halbkugeligen, sehr deutlichen Papille, die scharf abgesetzt ist. Geißeln körperlang. Chromatophor mit sehr abweichender Gestalt: vorne eine kleine helle Stelle für die kontraktile Vakuolen freilassend, dann mächtig verdickt und gegen das Hinterende sich allmählich verdünnend, in der Mitte der Zelle einen breiten, eiförmigen Raum ausfüllend, dessen breiteres Ende gegen die Basis gerichtet ist, dessen schmäleres Ende in

der mächtigen, vorderen Platte des Chromatophoren liegt. Die Platte selber in der Mitte sehr locker, fast farblos. Im basalen Lumen des Chromatophoren, fast in der Mitte der Zelle, liegt der große Zellkern. Ein kleines, fast punktförmiges Stigma (gelbbraun) im vorderen Drittel der Zelle. Teilung der Länge nach.

Durchmesser der Zelle 15–19 μ .

Ans schmutzigen Straßengräben im Baumgarten zu Prag.

Chlamydomonas inversa ist aller Wahrscheinlichkeit nach eine Form, die ursprünglich ein Pyrenoid besaß. Es gibt eine Reihe von Formen, bei denen der Chromatophor (der entweder ein Basalstück hat oder dieses verlor und dann mehr oder minder mantelförmig oder röhrenförmig ist), eine mächtige Querplatte entwickelt, die am Rande in das Wandstück übergehen. In dieser Querplatte (vgl. *Chl. biciliata*, *silvicola*, *cylindrica* usw.) liegt dann das Pyrenoid. Hier ist im Prinzip ebenfalls ein topfförmiger Chromatophor vorhanden, der vor seinem Vorderende eine mächtige Querplatte entwickelt hat, während das Wandstück vor der Querplatte nur sehr klein und kurz ist. Vergleiche damit den Chromatophoren von *Chl. regularis* oder

Chl. obversa, die aber beide in der Querplatte noch ein Pyrenoid zeigen.

131. **Chlamydomonas platystigma** Pascher (*Chloromonas platystigma* Korschikoff) (Fig. 266a). Zellen gestreckt ellipsoidisch, beidseits abgerundet oder basal leicht verschmälert. Membran zart, basal sich oft leicht abhebend, vorne zu einer sehr breiten, niedrigen nicht scharf abgesetzten, vorne aber geradlinig abgegrenzten Papille verdickt; mit zwei annähernd körperlangen Geißeln.

Chromatophor topfförmig, bis zur Papille reichend. Stigma auffallend groß, elliptisch, über der Mitte der Zelle, blaß. Kern über der Mitte, oft etwas seitlich. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Zellen 10 bis 16 μ lang, 6–10 μ breit. Teilung nicht angegeben.

Rußland:
Charkow (Korschikoff).

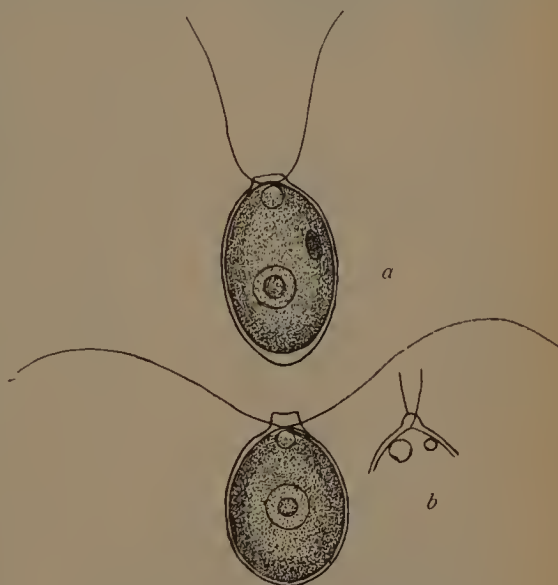


Fig. 266. *a* *Chlamydomonas platystigma*; *b* *Chl. longiciliata*; *c* von der Seite (nach Korschikoff).

132. **Chlamydomonas longiciliata** Pascher (*Chloromonas longiciliata* Korschikoff)

(Fig. 266b). Zellen ellipsoidisch, basal breit abgerundet, nach vorne vielleicht leicht verschmälert. Membran zart, vorne zu einer mächtigen, nicht scharf abgesetzten, stark rechteckigen, vorne gerade abgestutzten und leicht ausgerandeten Papille verdickt. Hier zwei sehr lange, $1\frac{1}{2}$ –2 mal körperlange Geißeln inserierend. Chromatophor topfförmig, bis zur Papille reichend, bis zum Vorderrande ziemlich gleichmäßig dick. Stigma knapp unter Zellmitte, Kern zentral. Zwei kontraktile Vakuolen vorne, Teilung vorherrschend der Quere nach. Länge der Zellen bis 30 μ , Breite bis 23 μ .

Rußland: Charkow.

133. **Chlamydomonas attenuata** Pascher (*Chloromonas attenuata* Korschikoff) (Fig. 267a). Zellen sehr gestreckt ellipsoidisch, vorne stumpf, basal verschmälert und schwanzartig ausgezogen. Membran zart, anliegend, basal vom abgerundeten Protoplasten absteheend, vorne in eine halbkugelige, stumpfe Papille verdickt. Geißeln halbkörperlang. Chromatophor groß, topfförmig, basal nicht verdickt, sehr weit nach vorne reichend. Stigma im vor-



Fig. 267. *a* *Chlamydomonas attenuata*; *b* *Chlamydomonas dissecta* (nach Korschikoff).

deren Drittel der Zelle, relativ klein, elliptisch. Kern unter der Mitte. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Zellen bis $31\ \mu$ lang, bis $8\ \mu$ breit.

Rußland: Charkow.

134. ***Chlamydomonas dissecta*** Pascher (*Chloromonas dissecta* Korschikoff) (Fig. 267 b). Zellen breit ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet. Membran zart, basal oft abstehend, vorne zu einer kleinen, stumpfen, kegelförmigen Warze verdickt. Geißellänge nicht angegeben. Chromatophor topfförmig, fast bis zur Papille reichend, auf der Außenseite deutlich und der Länge nach gestreift. Stigma sehr groß, elliptisch, in der Mitte der Zelle. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen vorne gelegen. Teilung nicht angegeben. Zellen bis $30\ \mu$ lang, bis $23\ \mu$ breit.
Rußland: Charkow.

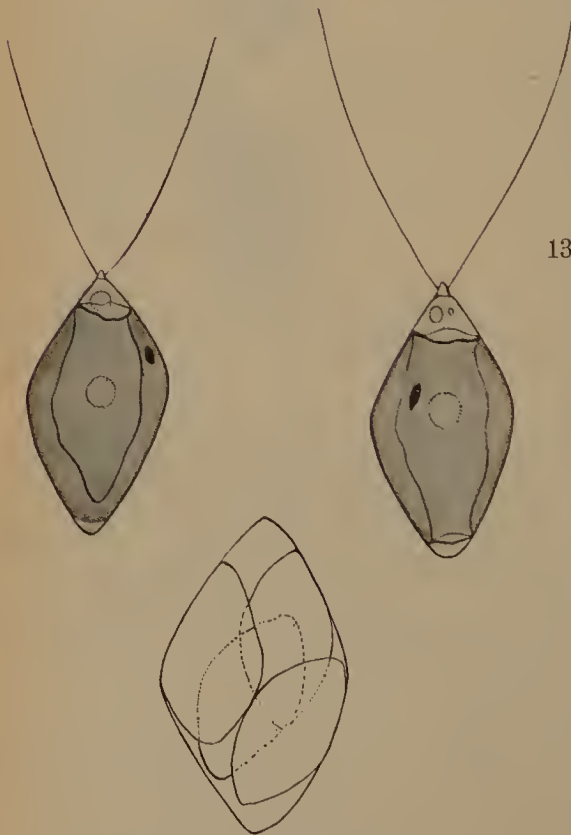


Fig. 268. *Chlamydomonas biconica*, darunter Teilung.

135. ***Chlamydomonas biconica*** Pascher (Fig. 268). Zellen breit spindelförmig, von der Mitte aus nach beiden Seiten hin mehr oder weniger regelmäßig und geradlinig kegelförmig verschmälert; basal stumpf, seltener leicht abgerundet, vorne spitz, oft leicht schief; Membran zart, basal manchmal ein wenig abstehend; vorne in eine relativ große, scharf abgesetzte, schön kegelförmige, meist etwas stumpfe Warze verdickt,

aus der in halber Höhe die beiden annähernd $1\frac{1}{2}$ mal körperlangen Geißeln kommen. Geißeln auffallend zart. Chromatophor topfförmig, entsprechend der Form der Zelle groß; gegen die Ränder nicht allmählich verschmälert. Ohne ausgesprochenes Basalstück; ohne Pyrenoid, mit einem im vorderen Drittel gelegenen länglichen, zweispitzigen Stigma. Die Form des Chromatophoren insofern wechselnd, als er an der Basis oft sehr stark verdünnt oder auch direkt offen ist und dann einen wandständigen geschlossenen Mantel darstellt. Kern annähernd

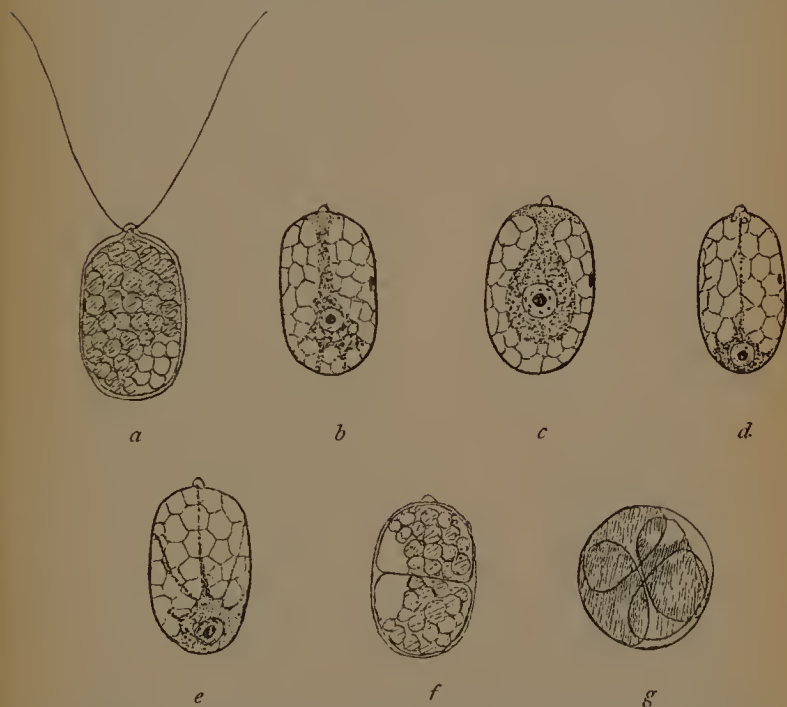


Fig. 269. *Chlamydomonas variabilis*. *a* vegetatives Individuum nach dem Leben; *b*—*e* verschiedene Ausbildung des Chromatophoren und verschiedene Lage des Kernes; *f*, *g* Teilungsstadien (nach Dangeard).

zentral. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung der Quere nach, vier Tochterzellen liefernd. Andere Stadien nicht beobachtet. Länge 18—32 μ , Breite 12—18 μ .

Aus grünem Uferschlamm des Langenbrucker Teiches bei Mugrau-Oberplan (südlicher Böhmerwald).

136. *Chlamydomonas variabilis* Dangeard (Fig. 269). Zellen breit ellipsoidisch, bis fast kurz walzlich, beidseits breit abgerundet. Membran relativ stark, vorne zu einer deutlich, oft scharf, abgegrenzten, breit stumpfen bis fast abgestutzten Papille verdickt mit ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal körperlangen Geißeln. Chromatophor in der Form wie in der Masse sehr schwankend. Nor-

malerweise kaum topfförmig, basal nur wenig, meist nicht entwickelt und oft hinten offen (dann also breit ringförmig) mehr in der Form einer nicht ringförmig zusammenschließenden Platte, die sowohl schief über das Hinterende hinweggezogen sein kann, wie auch nur an der Längswand ausgebildet, oft sehr unregelmäßig und diffus begrenzt und manchmal an den Vorderrändern sehr stark verdickt ist. Immer ohne Pyrenoid. Stärkekörner oft so reichlich vorhanden, daß der Chromatophor überhaupt nicht erkennbar ist. Stigma ganz vorne, oder auch sehr gegen die Mitte zu gelegen, klein, punktförmig. Kern in der vorderen Hälfte, aber darin je nach der Ausbildung des Chromatophoren schwankend, oft fast basal gelegen. Zwei kontraktile

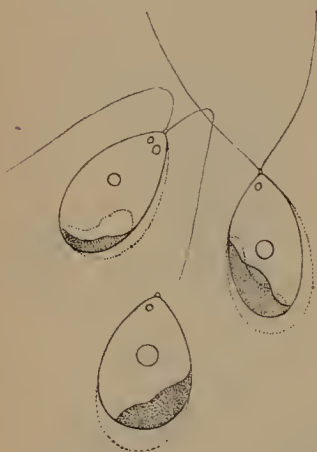


Fig. 270. *Chlamydomonas viridemaculata*.

Vakuolen; vorne. Teilung der Quere nach, 4–8 Tochterzellen liefernd. Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet. Palmellen treten auf.

Zellen 18–23 μ lang; 12 bis 15 μ breit.

Sehr verbreitete Art, die auch in sehr stark verschmutzten Wässern vorkommt. Von Jakobsen¹⁾ aus der Erde gezüchtet. In der oben gegebenen Fassung gewiß eine Sammelart aus ganz verschiedenen Formen bestehend. Es wird derzeit eben noch alles, was ellipsoidisch-walzförmige Form, Papille und einen großen pyrenoidfreien Chromatophoren hat, als *Chl. variabilis* zusammengefaßt.

Nichts mit *Chl. variabilis* hat die von West als var. *anglica* hierhergestellte Form (s. *Chlamydomonas anglica* S. 295) zu tun.

137. *Chlamydomonas viridemaculata* Pascher (Fig. 270). Eine relativ kleine Art. Zellen eiförmig, basal breit abgerundet. Membran zart, vorne mit kleiner, aber deutlicher Papille, oft weit abstehend. Chromatophor sehr klein, wahrscheinlich in Reduktion begriffen, nur noch in der Form eines basalen, kleinen, schief angelagerten, muldenförmigen Plättchens, das kaum ein Viertel der Peripherie des Protoplasten auskleidet und kein Pyrenoid besitzt. Kern zentral. Stigma fehlt. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperläng. Kontraktile Vakuolen wahrscheinlich zwei. Vermehrung durch schiefe Längsteilung, ohne sekundäre, völlige Querlagerung. Sexuelle Fortpflanzung und Cysten nicht beobachtet. Wahrscheinlich gehören kleine Gloeocystis-stadien dazu, die kugelige Protoplasten und die gleichen Chromatophoren dazu hätten. Bewegung sehr rasch. Länge 8–13 μ , Breite 4–6 μ . Nicht dorsiventral abgeplattet, sondern im optischen Querschnitte rund.

1) Es ist sehr fraglich ob die von Jacobsen studierte Form mit der Dangeardschen Art identisch ist.

In einem sehr stark verunreinigten Straßengraben, nachher in einem Gemüseacker. Dresden.

138. **Chlamydomonas palatina** Schmidle (*Choromonas palatina* Schmidle) (Fig. 271). Zellen breit ellipsoidisch oder plump eiförmig, beidseits breit abgerundet, mit zarter anliegender Membran, ohne vordere Papille und zwei über $1\frac{1}{2}$ mal körperlängen aus einem sehr kleinen Plasmawärzchen kommenden Geißeln. Chromatophor groß und topfförmig, ohne Pyrenoid, oft bis ganz nach vorne reichend, gleich dick, durch viele polygonal aneinanderschließende radiäre Spalten in eine große



Fig. 271. *Chlamydomonas palatina*. a Oberflächenansicht; b optischer Längsschnitt (nach Schmidle).

Zahl polygonaler, dichtaneinanderschließender Platten zerteilt, die gegen das Lumen unregelmäßig buckelig vorspringen. Möglicherweise gehen die Spalten nicht ganz durch. Kein Stigma. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Im Innern oft eine größere Zahl roter Körperchen unsicherer Beschaffenheit. Zellen $14-20\ \mu$ lang, $10-14\ \mu$ breit. Vermehrung durch Querteilung. Gameten beobachtet.

Pfalz: in einem Sumpfe bei Herxheim; in einer kleineren Form auch in einem sumpfigen Tümpel von mir bei Lübeck beobachtet.

139. **Chlamydomonas alpina** Pascher (*Chloromonas alpina* Wille) (Fig. 272). Zellen ellipsoidisch, beidseits breit abgerundet, manchmal ein wenig gestreckt, mit derber, doch nicht abstehtender Membran und ohne Papille. Geißeln annähernd körperläng oder etwas länger, aus einer halbkugeligen vorderen Plasmapipe des Protoplasten austretend. Kontraktile Vakuolen nicht beobachtet. Der Chromatophorenapparat be-

steht aus zahlreichen, wandständigen, scheibchenförmigen, dicht beisammenliegenden Chromatophoren ohne Pyrenoid.



Fig. 272. *Chlamydomonas alpina*
Oben vegetative Individuen; Mitte links: Teilung; die anderen Stadien Sporen in verschiedenen Entwicklungsgrade (nach Wille).

Stigma elliptisch und im vorderen Teile der Zelle. Zellkern in der hinteren Hälfte, Vermehrung als Längsteilung angelegt, sich zur Querteilung verschiebend. Palmellen beobachtet. Asexuelle Sporen (Aplanosporen) durch Kontraktion des Inhaltes innerhalb der Membran gebildet; im reifen Zustande mit zahlreichen, dicht stehenden, kegelförmigen Wärzchen besetzt. Andere Stadien nicht beobachtet. — Länge ca. 12 μ , Breite 6 μ .

Norwegen b. Roudane zwischen Güdbrands und Osterdalen, mit *Chl. nivalis* auf Schnee.

140. *Chlamydomonas Aalesundensis* Pascher (*Chloromonas Aalesundensis* Wille) (Fig. 274). Zellen breit ellipsoidisch, beid-



Fig. 273. *Chlamydomonas Aalesundensis*. Oben vegetative Zellen; darunter Teilung; rechts unten Aplanospore (nach Wille).

seits abgerundet oder vorne ganz leicht verschmälert, stumpf oder etwas spitz. Membran sehr zart anliegend, nur manchmal an der Basis absteht. Ohne vordere Papille. Geißeln etwas länger als die Zelle. Chromatophor aus zahlreichen kleinen, gestreckten, scheibchenförmigen, manchmal leicht gekrümmten Scheibchen bestehend die vom Hinterende der Zelle aus gesehen, im allgemeinen deutlich radiäre Anordnung zeigen. Kein Pyrenoid. Das Stigma ungefähr in halber Höhe der Zelle oder etwas weiter vorne. Der Kern im vorderen Teile der Zelle. Teilung der Quere nach. Aplanosporen innerhalb der Zellhaut gebildet, fast kugelig, in völlig ausgebildetem Zustande nicht beobachtet. Länge 10–29 μ , Breite

6–15 μ . Diese weite Variation sicher nur dadurch, daß auch noch nicht völlig ausgewachsene mitgemessen wurden, wie ja auch Wille selber von der Möglichkeit spricht, Gameten mitgemessen zu haben.

Stinkende Süßwasserpflützen bei Aalesund (Norwegen).

141. *Chlamydomonas clathrata*

Pascher (*Chloromonas clathrata* Korschikoff) (Fig. 274 b). Zellen ellipsoidisch bis breit ellipsoidisch-zylindrisch bis kugelig; mit einer dicken, außen deutlich vergallerteten Membran, die vorne in eine relativ große, halbkugelig-kegelförmige, stumpfe nicht scharf abgesetzte Papille verdickt ist. Chromatophor groß bis zur Papille reichend, durch unregelmäßige, verzweigte Spalten durchbrochen. Ohne Pyrenoid. Stigma halbkugelig, in der vorderen Hälfte der Zelle, ziemlich groß. Kontraktile Vakuolen vorne. Geißeln körperlang. Kern zentral. Teilung schief, dann Querdrehung. Gameten morphologisch mit den Zoosporen gleich, behäutet; bei der Kopulation aus der Membran austretend. Zygote glattwandig

Länge der Zellen 16–26 μ , Breite 12–18 μ .

Rußland: Charkow.



Fig. 274. *a* *Chlamydomonas mirabilis*; *b* *Chl. clathrata* (nach Korschikoff).

142. *Chlamydomonas reticulata* Goroschankin (Fig. 275). Zellen breit ellipsoidisch-eiförmig, fast, doch nie, ganz kugelig, mit deutlicher, oft — basal besonders — etwas abstehender Mem-

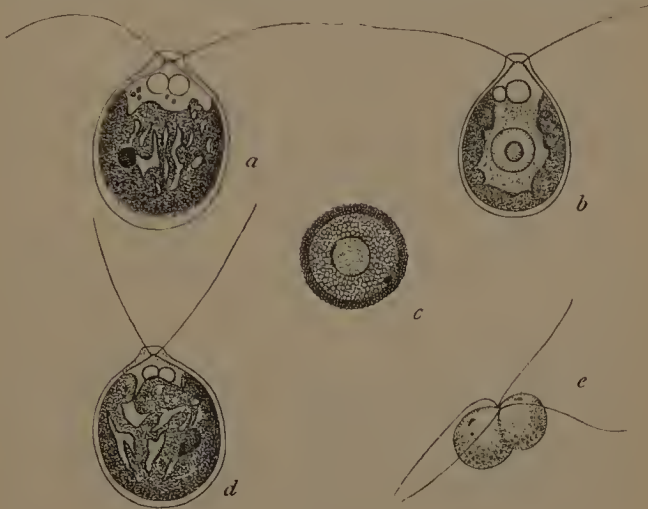


Fig. 275. *Chlamydomonas reticulata*. *a, d* vegetative Zellen; *b* optischer Längsschnitt durch eine vegetative Zelle; *c* Kopulation der Gameten; *e* reife Zygote (nach Goroschankin).

bran, die vorne eine sehr breite, gerade abgestutzte, flache Papille trägt, in die die Plasmapipe des Protoplasten deutlich hineinragt. Geißeln annähernd körperlang. Chromatophor groß und topfförmig, ohne Pyrenoid¹⁾, das vordere Drittel bis Viertel der Zellen freilassend, ohne basale Verdickung; im Längsschnitte nicht gleich dick, sondern unregelmäßig eingeschnitten und hügelig. Diese Einschnitte durchsetzen oft den ganzen Chromatophoren in seiner ganzen Dicke, so daß hier der Chromatophor in verschiedener Weise durchbrochen erscheint und einfache oder verzweigte, auch anastomisierende Spalten und Lücken aufweist. Stigma sehr groß und scheibchenförmig, hellrot, oft wenig gefärbt, unter der halben Höhe. Kern sehr groß und deutlich, unter der Mitte der Zelle. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Gametozoosporen gestreckt eiförmig-ellipsoidisch mit dünner Membran versehen. Vorderende in weitem Maße farblos; bei der Kopulation zuerst mit den hellen Vorderenden verschmelzend, dabei gleichzeitig oder ungleichzeitig ihre Membranen abstreifend, die zuerst nackt gewordene kugelig werdend, worauf mit der Weile auch die andere die Membran abstreift. Zygote kugelig mit dunkelbrauner, fein granulierter Membran, die zweischichtig ist. Länge der Zellen 14–36 μ , meist 22 μ , der Gametozoosporen 8–14 μ ; Durchmesser der Zygote 13–16 μ .

In Regenwasserpflützen.

143. *Chlamydomonas mirabilis* Pascher (*Chloromonas mirabilis* Korschikoff) (Fig. 274a). Zellen in ihrer Form von breit eiförmig-ellipsoidisch bis breit ellipsoidisch variierend, manchmal fast kugelig. Membran deutlich, anliegend, vorne in eine breite, niedrige, vorne gerade abgestutzte Papille, die nicht scharf abgesetzt ist, verdickt. Geißeln etwas über körperlang. Chromatophor sehr groß, durch unregelmäßige und verzweigte Spalten durchbrochen. Ohne Pyrenoid. Stigma knapp über der Zellmitte. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen vorne. Teilung zuerst der Länge nach, später folgt eine ausgesprochene Querlagerung. Isogameten morphologisch den vegetativen Tochterzellen gleich. Aplanosporen, manchmal zu zweien innerhalb der Mutterzelle beobachtet, mit netzig skulpturierter Membran. Zellen bis 27 μ lang, 10–23 μ breit.

Rußland: Charkow.

Steht der *Chlamydomonas reticulata* nahe. Unterscheidet sich, vom allgemeinen Habitus abgesehen, schon durch die Lage des Stigmas, daß bei *Chl. reticulata* in der unteren Zelhälfte liegt.

144. *Chlamydomonas Serbinowi* Pascher (*Chloromonas Serbinowi* Wille, *Chlamydomonas stellata* var. im Sinne Serbinows) (Fig. 276). Zellen ellipsoidisch bis leicht verkehrt eiförmig, basal breit abgerundet, nach vorne manchmal verschmälert. Membran deutlich, oft etwas derb, basal oft etwas absteehend; vorne eine ziemlich große stumpfe, doch nicht flache Papille bildend. Geißeln von Serbinow sicher zu kurz angegeben,

1) Es gibt weitgehend übereinstimmende Formen mit einem deutlichen Pyrenoid (*Chlamydomonas pseudoreticulata*).

nach ihm ungefähr $\frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$ körperlang. Chromatophor bei ausgewachsenen Zellen in ziemlich viele polygonal nebeneinanderliegender, nach innen vorspringende Scheibchen zerteilt, die peripher liegen, ungleich groß sind und meist nur wenig länger (bis zweimal) als breit sind, zentral aber nicht untereinander im Zusammenhang stehen. Ohne Pyrenoid. Stigma vorne an einem Chlorophyllscheibchen, relativ groß, elliptisch. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Vermehrung durch Querteilung. Tochterzellen mehr gestreckt, anscheinend — die Arbeit ist russisch geschrieben — und nach den Figuren zu schließen, manchmal einfach topfförmige Chromatophoren enthaltend, die sich vielleicht erst später zerteilen. Derbwandige, ovale Aplanosporen wurden beobachtet. Andere Stadien noch unbekannt. Länge der Zellen 15–20 μ , Breite 9 bis 18 μ .

Aus Rußland: Petersburg.

Serbinow spricht diese von ihm gefundene Monade als pyrenoidlos gewordene Rasse von *Chlamydomonas stellata* Dill an. Ohne hier auf die Frage einzugehen, ob aus pyrenoidführenden Formen pyrenoidfreie Rassen entstehen können, sei auf die Tatsache hingewiesen, daß doch Unterschiede zwischen der *Chl. stellata* Dill und dieser Art vorhanden sind. Hier handelt es sich um völlig getrennte Scheiben, die allerdings aus ihrer

Anordnung und Gestalt deutlich erkennen lassen, daß sie durch die völlige Zerteilung eines topfförmigen Chromatophoren — der übrigens bei jungen Individuen noch aufzutreten scheint — entstanden sind. Bei *Chlamydomonas stellata* aber liegt der Fall so, daß der Chromatophor durch radiär einschneidende, polygonal zusammenschließende Furchen in radiäre Lappen (nicht in abgetrennte Teile) gespalten wird, die zentral aber noch zusammenhängen: es ist also hier ein fast stumpf-morgensternartiger Chromatophor vorhanden, in dessen Zentrum das Pyrenoid liegt. Das Prinzip der Chromatophorenzerteilung ist also bei beiden Formen verschieden und bietet nur eine äußerliche Analogie. *Chlamydomonas Serbinowi* steht durch seinen Chromatophorenbau der *Chlamydomonas palatina* sehr nahe, deren pyrenoidfreier, topfförmiger Chromatophor ebenfalls durch radiäre Spalten in kleine Scheiben ganz oder nur angedeutet zerlegt wird. Nur liegen bei dieser Art die einzelnen Chromatophorenscheibchen noch dicht nebeneinander und schließen zusammen, während bei *Chlamydomonas Serbinowi* helle Zwischenräume zwischen ihnen auftreten. Außerdem

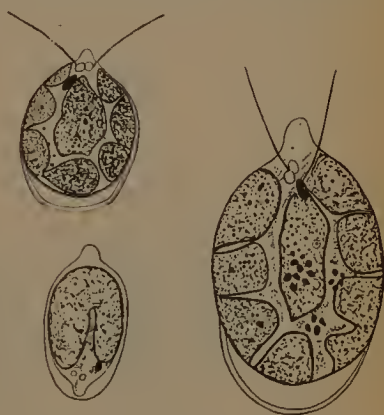


Fig. 276. *Chl. Serbinowi*. Zwei vegetative Zellen; links unten eine Zelle mit Drehung des Protoplasten innerhalb der Membran um 186° (nach Sabinow).

hat *Chl. palatina* viel längere Geißeln und ist ohne Membranpapille. Es handelt sich um eine Konvergenz im Chromatophorenbau bei zwei nicht näher untereinander verwandten Arten.

145. **Chlamydomonas platyrhyncha** Pascher (*Chloromonas platyrhyncha* Korschikoff) (Fig. 277b). Zellen breit ellipsoidisch, bis fast kugelig, basal breit abgerundet. Membran anliegend. Papille auffallend breit, nicht scharf abgesetzt, niedrig, geradlinig abgestutzt. Geißeln etwas über körperlang. Der topfförmige Chromatophor in kleine, regelmäßige Scheibchen oder größere bandförmige, stellenweise zusammenhängende Lappen aufgelöst, zwischen diesen helle Räume zeigend und bis zur Papille reichend. Stigma in einem dieser Teile, etwas über die Mitte der Zelle, relativ klein, in der Gestalt unregel-



Fig. 277. *Chlamydomonas*. a *Korschikoffii*; b *platyrhyncha* (nach Korschikoff).

mäßig. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Lage des Kernes nicht angegeben. Erste Teilung quer. Zellen 18–22 μ lang; 13–16 μ breit.

Rußland: Charkow.

146. **Chlamydomonas Korschikoffia** Pascher (*Chloromonas maculata* Korschikoff) (Fig. 277a). Zellen genau kugelig (im ausgewachsenen Zustand), jung mehr eiförmig. Membran dünn, vorne zu einer breiten, stumpfen, ausgerandeten, nicht scharf abgesetzten Papille verdickt. Geißeln körperlang. Chromatophor aus zahlreichen, polygonal sich abgrenzenden Scheibchen bestehend, die zwischen sich helle Räume frei lassen. Kein Pyrenoid. Stigma sehr lang und schmal, leicht S-förmig, vorne gelegen (bis 7 μ lang). Kern zentral. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Zellen bis 20 μ im Durchmesser.

Rußland: Sümpfe und Torfmoore (Charkow).

Unsichere Arten.

Chlamydomonas Koishikavensis Nakano (Fig. 278). Zellen ellipsoidisch, walzlieh, manehmal leicht gekrümmt bis leicht ver-

kehrt eiförmig. Membran dünn (die Abbildungen Nakanos geben die Membran zu dick), vorne zu einer breiten, oft gerade abgestutzten Warze verdickt; Geißeln körperlang. Chromatophor tief topfförmig bis ganz nach vorne reichend, dick. Pyrenoid nach Nakano seitlich am Chromatophoren, doch nicht wandständig, in der unteren Hälfte der Zellen. In Nakanos Beschreibung im Gegensatze zu seinen Figuren in der Mitte der Zellen angegeben. Stigma nach der Beschreibung klein, eiförmig in der Nähe der beiden vorne gelegenen kontraktile Vakuolen, nach Nakanos Figuren aber groß und strichförmig. Kern vor dem Pyrenoid gelegen, in der Mitte der Zelle oder etwas vor dieser. Gametozoosporen zu vieren gebildet, behäutet. Zygoten glatt. Länge 12 bis 20 μ , Breite 7–12 μ . Gametozoosporen 6–11 μ lang, 4–5 μ breit. Zygoten ungefähr 10 μ .

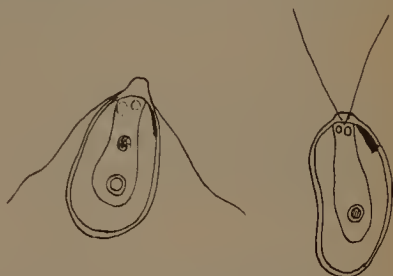


Fig. 278. *Chlamydomonas Koishikavensis* (nach Nakano).

Japan, aus einer Kulturflasche mit Wasserpflanzen zu Koishikawa-Tokyo.

Unsichere Art, die in der Form der Zelle sich der *Chlamydomonas pisiformis* nähert, durch das exzentrische Pyrenoid aber der *Chl. parietaria* nahekommmt. Ich stelle sie zu den unsicheren Arten, da die Widersprüche zwischen Beschreibung und Abbildung kein klares Bild geben.

Chlamydomonas sphaerica Migula Zellen kugelig bis ganz wenig länger als breit. Membran deutlich, ohne Hautwarze. Geißeln etwas über körperlang. Chromatophor sehr groß, gerade nur die Partie unter den beiden kontraktile Vakuolen freilassend, basal stark verdickt, hier das kugelige bis etwas ellipsoidische Pyrenoid. Stigma im vorderen Drittel. Kern zentral. Teilung der Quere nach. Gameten nackt; mehr ellipsoidisch, untereinander gleich. Dazu möglicherweise glattwandige, rötlichgelbe Zellen mit derber Membran als Zygoten gehörig. Zellen 18 μ im Durchmesser. Gameten 9 μ lang, 6 μ breit. Die derbwandigen Zellen 11 μ im Durchmesser.

Aus einer alten Lehmgrube in Daxlanden bei Karlsruhe, wiederholte Jahre auftretend.

Unterscheidet sich von der ähnlichen *Chlamydomonas Westiana* durch den Besitz des basalen Pyrenoides. Von der ebenfalls sehr ähnlichen mit einem Pyrenoid versehenen *Chlamydomonas globosa* unterscheidet sie sich durch den fast um das Doppelte bis Dreifache größeren Durchmesser der Zellen. Ohne zureichende Figur abgebildet.

Chlamydomonas Holdereri Schmidle Zellen ellipsoidisch oder eiförmig mit zarter Membran ohne oder mit nur sehr schwacher Hautwarze. Geißeln körperlang (oder länger?). Chromatophor topfförmig, doch nur schwach ausgehöhlt in der basalen Ver-

dickung ein Pyrenoid tragend. Kern im vorderen Teile der Zelle. Kein Stigma, zwei vorne gelegene, kontraktile Vakuolen. Vermehrung durch Längsteilung. Andere Stadien nicht bekannt. Länge 8–13 μ , Breite 5–8 μ .

Aus Zentralasien. Unvollständig beschrieben. Keine Abbildung.

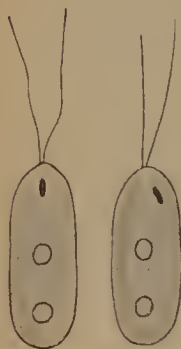


Fig. 279.

Chlamydomonas procera (nach Printz).

Chlamydomonas procera Printz (Fig. 279). Zellen gestreckt ellipsoidisch bis ausgesprochen walzlich, basal breit abgerundet, nach vorne etwas verschmälert, $2\frac{1}{2}$ mal so lang als dick. Haut sehr zart, nicht abstehend, ohne vordere Papille. Chromatophor nach Printz topfförmig. Pyrenoid annähernd zentral. Stigma kurz strichförmig, am vorderen Rande des Chromatophoren gelegen. Kern basal. Geißeln annähernd körperlang. Zellen 22–29 μ lang, 7,5–9 μ breit.

Aus Sibirien. Fluß Uibat.

Es geht nicht klar hervor, in welche Gruppe diese Art eingereiht werden kann, da es nicht sicher ist, ob das zentrale Pyrenoid wandständig und in halber Höhe oder tatsächlich in der Mitte der Zelle liegt.

Chlamydomonas Dilli Dangeard (Fig. 280). Zellen ellipsoidisch, basal breit abgerundet, nach vorne verschmälert und stumpf.

Membran zart, anliegend, ohne Papille und mit zwei körperlangen Geißeln. Chromatophor seitenständig, in der Form einer gekrümmten Platte, die aber nicht ganz um die Zelle herumgreift, sondern die halbe Wand freiläßt. In der Mitte ist die Platte stark verdickt; hier ein großes Pyrenoid; Stigma klein und vorne gelegen. Kern in halber Höhe oder etwas tiefer. Vermehrung durch Querteilung. Zoogameten annähernd in der Form er-

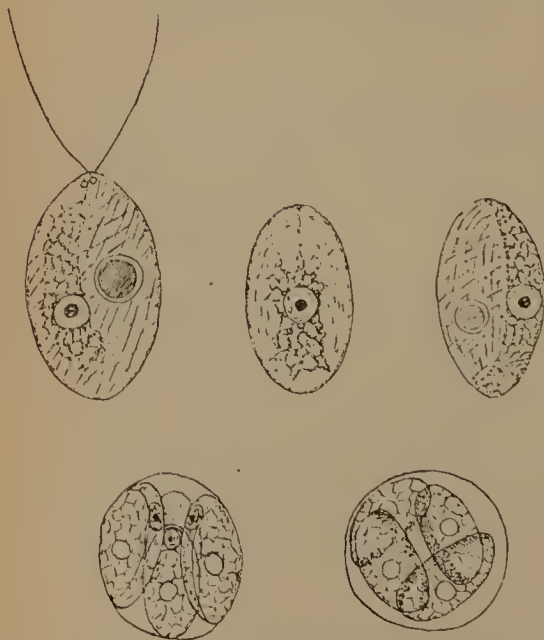


Fig. 280.

Chlamydomonas Dilli (nach Dangeard).

wachsener Zellen. Zygoten mit glatter Haut. Länge der Zellen 10–20 μ . Unvollständig beschrieben. Von der *Chlamydomonas ovata* eigentlich nur durch die Querteilung unterschieden.

Unsicher ist ferner *Chlamydomonas globulosa* Perty. Zellen kugelig oder schwach ellipsoidisch, mit zarter Membran ohne vordere Papille. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Chromatophor topfförmig bis ganz nach vorne reichend, ohne Pyrenoid. Länge 9–22 μ . Diese von vielen Autoren zitierte Art ist nicht identifizierbar, auch nicht nach den Pertyschen Abbildungen. Es handelt sich um einen ganzen Schwarm untereinander verschiedener kugeligter Arten ohne Pyrenoid.

Chlamydomonas obscura Playfair, ohne Abbildung beschrieben; Zellen ellipsoidisch-walzlich, beidseits breit abgenutzt; vorne eine deutliche Membranpapille. Chromatophor groß, dick, topfförmig. Pyrenoid vorhanden; Stigma äquatorial gelagert, halbkugelig, überaus deutlich. Kern in der Mitte. Länge 12–15 μ , Breite 7–8,5 μ .

Anstralien (Lismore).

Chlamydomonas bernardinensis Chodat. Zellen ei-ellipsoidisch bis fast kugelig. Ohne Membranpapille, basal breit abgerundet. Hülle dicklich. Chromatophoren zahlreich, keilförmig, gehäuft, jedes mit einem Pyrenoide; vorne eine helle Zone an der Geißelbasis freilassend. Kern zentral und deutlich. Augenfleck vorne gelegen. Die beiden Geißeln kaum kürzer als die Zelle. Zellen 12–15 μ lang, 13–15 μ breit.

Aus dem Gebiete des großen St. Bernhard. Nach Chodat vielleicht verwandt mit *Chlamydomonas maculata* Playfair.

Ohne Abbildung beschrieben. Bemerkenswert ist die Angabe, daß jeder der Chromatophoren ein Pyrenoid hat, eine Sache, die sonst bei keiner bekannten Form mit mehreren Pyrenoiden auftritt.

Arten, die zu streichen sind.

Chlamydomonas albovidis Stein, *Chl. angusta* Diesing, *Chl. asterosperma* Lagerheim, *Chl. communis* Perty nicht Snow, *Chl. Dunalii* Cohn, *Chl. flavovirens* Roetafinski, *Chl. glacialis* Lagerheim, *Chl. halophila* France, *Chl. hyalina* Cohn ist *Polytoma uvella*, *Chl. laterivita* Lagerheim, *Chl. obtusa* A. Braun, *Chl. operculata* Stein, *Chl. pluvialis* Wille, *Chl. Pulvisculus* Ehrenberg, *Chl. radiosa* Schneider ist *Haematococcus pluvialis*, *Chl. rostrata* Cienkowski ist *Haematococcus pluvialis*, *Chl. stellata* Chodat ist *Lobomonas stellata*, *Chl. tetrabaena* Diesing ist *Gonium sociale*; *Chl. tingens* A. Braun; *Chl. humida* Schneider ist *Carteria multifilis*? *Chl. uva* F. Müller ist *Polytoma uvella*; *Chl. Moorei* M. W. Spargo, *Chl. astigmata* M. W. Spargo. Dieses Verzeichnis ist größtenteils nach Wille gegeben, der die Geschichte der *Chlamydomonas*-Forschung näher verfolgt hat.

In letzter Zeit hat speziell Playfair eine Reihe von Formen und Varietäten von *Chlamydomonas* beschrieben, die zum Teil in wichtigen Organen unvollständig angegeben und in ihrer Artzugehörigkeit sehr zweifelhaft sind, um so mehr als die von Playfair angeführten Arten sich nicht immer decken mit denen, die

wir mit den gleichen Namen bezeichnen; es war mir nicht möglich, hier genauere Identifikationen vorzunehmen. Erst ein spezielles Studium der einzelnen Arten wird ergeben können, inwieweit seine Varietäten und Formen sich wieder identifizieren lassen. Playfair lag — in Neuseeland — anscheinend nicht immer die Original-literatur vor und er scheint sich auf die üblichen Diagnosen und Bezeichnungen der algologischen Florenwerke und Florenlisten bezogen zu haben.

Chlorogonium Ehrenberg

inkl. *Cercidium* Dangeard; *Chlamydomonas* sectio III. *Cercidium*; IV *Chlorogonium* Wille; *Chlamydomonas* aut. pro parte.

Zellen gestreckt spindelförmig, meist mehrmals länger als breit, beidseits oft in lang verschmälerte, hyaline Enden ausgezogen. Membran zart, doch deutlich; manchmal an den Seiten abstehend, bei manchen Formen mit sehr langem spitzen Hinterende, speziell am Ende ausgezogen und das lange schmale Ende dann oft von der Membran alleine gebildet. Geißeln etwa halbkörperlang, meist zu beiden Seiten des Vorderendes einsetzend; die beiden Basalkörperchen der Geißeln oft schon im ungefärbten Zustande deutlich zu sehen. Chromatophor oft sehr undeutlich, nur von den wenigsten Arten genau bekannt. Meist undeutlich begrenzt. Bei der einen Art lang gestreckt massiv, die mittleren Teile der Zelle einnehmend, auf der einen Seite deutlich vertieft, hier der Kern. Bei anderen Arten in der Form einer wandständigen Platte, die die Innenseite zum größten Teile, mit Ausnahme der hyalinen Enden, ankleidet. Von anderen unvollständig beschriebenen Arten existieren überhaupt keine deutbaren Angaben. Pyrenoid fehlend, oder eins, zwei bis mehrere. Bei zwei Pyrenoiden das eine im vorderen das andere im hinteren Teile gelegen. Bei größerer Anzahl sind sie unregelmäßig verteilt, wenn in der Einzahl, dann annähernd in der Mitte der Zelle. Stigma oft, doch nicht bei allen Arten vorhanden. Vermehrung durch Querteilung zu zwei Tochterzellen, die bei der nächsten Teilung etwas schiefe Lage annehmen und sich nochmals quer teilen. Schließlich resultieren meist vier (oder mehr) Tochterzellen, die sich innerhalb der Mutterzelle der Länge nach orientieren und als Schwärmer austreten. Seltener werden nur zwei Tochterzellen gebildet. Geschlechtliche Fortpflanzung durch kleinere Gametozoosporen, die bei einer Art ebenfalls nur zu vieren, bei den anderen aber bis zu 16 oder 32 gebildet werden und bei derselben Art sehr große Unterschiede in den Größen aufweisen können. Trotzdem ist keine Heterogamie vorhanden, denn die Schwärmer gleicher wie ungleicher Größe kopulieren in gleicher Weise miteinander. Die Gameten sind behäutet oder unbehäutet. Die kugelige Zygote, glatt oder mit Membranskulptur, bildet bei der Keimung vier Schwärmer.

Ganz künstliche Gattung, die eben die lang gestreckten Chlamydomonaden umfaßt, soweit sie nicht durch andere Merkmale charakterisiert werden. Ich behalte die Gattung nur deshalb bei, weil jede systematische Gruppierung der Chlamydomonaden derzeit etwas ganz künstliches ist und nur nach äußeren Merkmalen

erfolgt und wir derzeit keine oder nicht ausreichende Unterlagen haben, etwas Besseres zu geben. Da die Gattung *Chlamydomonas* ohnedies ungeheuer groß und unübersichtlich ist, so bedeutet jede Abtrennung von Formen, auch wenn sie nur nach ganz künstlichen Momenten erfolgt eine Entlastung.

Dazu kennen wir mit Ausnahme zweier Arten gerade die Formen sehr wenig, die zu *Chlorogonium* vereinigt werden.

So kommt *Chlorogonium tetragamum* sicherlich einigen Chlamydomonaden sehr nahe. Dagegen weicht das von Dangeard als *Cercidium elongatum* beschriebene *Chlorogonium elongatum* in seinem Chromatophoren sehr ab und rechtfertigt zusammen mit *Chl. euchlorium* eigentlich eine gesonderte Stellung. An den Arten sind viele Einzelheiten unklar. Wir wissen nicht, wie weit immer behäutete und unbehäutete Gametozoosporen vorkommen, wie die Vakuolenverhältnisse sind und kennen vor allem den Bau des Chromatophoren von einigen Arten nicht. Hier haben im Vergleich mit der verbreitetsten Art *Chlorogonium elongatum*, das von Hartmann genau studiert wurde, ganz neue Untersuchungen einzusetzen, um so mehr, weil bei sehr vielen Autoren die beiden morphologisch sehr verschiedenen Arten *Chlorog. euchlorum* und *Chlorog. elongatum* nicht unterschieden wurden und es oft unklar ist, welche der beiden Arten eigentlich jeweils vorlag.

Von Francé werden auch schraubige Chromatophorenbänder angegeben. Ich kenne nur eine Art mit derartigem Chromatophoren, meine aber, daß ihm diese Schraubigkeit oft durch die merkwürdige Einmündung des Chromatophoren, wie z. B. bei *Chlorog. elongatum*, die oft schief und undeutlich begrenzt wird, vorgetäuscht wurde, um so mehr als dieser Chromatophor besonders von der Seite betrachtet, tatsächlich ebenfalls dunklere Streifen, unterbrochen von einer hellen Zone, zeigen kann. Dagegen sah ich behäutete Gameten, die tatsächlich statt der wandständigen, großen, flächenhaften Chromatophoren der Mutterzelle schmälere, schief gestellt, wandständige und bandförmige Chromatophoren hatten.

Bestimmungsschlüssel der Arten¹⁾.

I. Zellen mit Pyrenoid.

1. Mehrere bis viele Pyrenoide; Zellen nicht sehr gestreckt eiförmig; basal meist nicht lange ausgezogen. Mehrere kontraktile Vakuolen. **Chl. euchlorum 1.**
2. Zwei Pyrenoide, ebenso zwei kontraktile Vakuolen, Chromatophor einseitig hantelförmig.
 - A. Zellen schlank spindelförmig, gegen die Enden oft fein, vorne stark schnabelartig ausgezogen. **Chl. elongatum 2.**
 - B. Zellen plump spindelförmig, vorderes Ende fast stumpf, mit breiter flacher Papille, nicht stark schnabelartig ausgezogen. **Chl. aculeatum 3.**

1) Dem *Chlorogonium elongatum* steht durch den Besitz zweier Pyrenoide Chodats *Chlorogonium Bernardinense* (S. 321) sehr nahe. Es würde sich von ihm durch zahlreiche kontraktile Vakuolen und den einfachen, wandständigen Chromatophoren unterscheiden.

3. Ein Pyrenoid. Zellen relativ dick, spindelförmig.

a) Vorderende schnabelförmig ausgezogen.

Chl. tetragamum 4.

b) Vorderende nicht schnabelförmig ausgezogen, zahlreiche kontraktile Vakuolen.

Chl. neglectum 5.

II. Zellen ohne Pyrenoid.

1. Chromatophor in der Form eines breiten zarten Schraubenbandes. Zellen annähernd von der Mitte aus nach beiden Seiten hin sehr lang und dünn, verschmälert. **Chl. spirale** 6.

2. Chromatophor nicht schraubenbandartig.

A. Zellen sehr dünn, nach vorne schnabelartig verschmälert; Stigma vorne; Geißeln unter dem Vorderende inserierend.

Chl. minimum 7.

B. Zellen dicker, vorne verschmälert, doch stumpf, Geißeln auf dem Vorderende inserierend, Stigma fast in der Mitte der Zelle.

Chl. elegans 8.

1. **Chlorogonium euchlorum** Ehrenberg (Fig. 281/282). Gedrungener und plumper als *Chlorogonium elongatum*, basal meist nicht sehr lange ausgezogen und daher nicht selten mehr gestreckt eiförmig bis spindelförmig, nach vorne oft sehr verlängert und verschmälert und in einen hyalinen Schnabel ausgezogenen, doch auch manchmal sehr gestreckt spindelförmig. Chromatophor meist sehr diffus, in seiner Morphologie schwer erkennbar, allem Anscheine nach ebenfalls in einer dicken gestreckten, beidseits verschmälerten Masse entwickelt, in deren seitlichen, äquatorialen Auskerbung der Kern liegt; in Wirklichkeit scheint ein sehr stark verdickter, plattenförmiger Chromatophor vorhanden zu sein, der hier allerdings fast walzlich werden kann. Ein meist großes Stigma. Zahlreiche kontraktile Vakuolen über den Protoplasten verteilt und zahlreiche Pyrenoide im Chromatophoren. Bei der Teilung scheinen die Pyrenoide nicht zu verschwinden und werden auf die Tochterzellen auf geteilt (?). Meist vier Tochterzellen gebildet.

Gameten in ihrer Größe sehr schwankend, die größten wie die Tochterzellen aussehend, ebenfalls behäutet und durch alle Übergänge mit ganz kleinen, die zu 32—64 gebildet werden, verbunden. Als Makrogameten resp. Mikrogameten können somit nur die extremen Ausbildungen bezeichnet werden. Ebenso sind keine ausgesprochenen Differenzierungen in bezug auf Kopulation vorhanden. Es kopulieren die Mikrogameten untereinander, wie auch mit allen anderen Größenklassen und auch mit Mikrogameten und vielleicht kopulieren auch Makrogameten untereinander, was allerdings noch nicht beobachtet wurde¹⁾. Neben den Zygoten auch Aplanosporen innerhalb der Zellen beobachtet.

Palmellen aller Wahrscheinlichkeit nach vorhanden.

Zellen 25—70 μ lang, 4—15 μ breit.

Nicht einheitliche morphologisch auch nicht klar umrissene Art, die wahrscheinlich in eine Reihe von Rassen zerfällt;

1) Diese Angaben verdanke ich Korschikoff.



Fig. 281. *Chlorogonium euchlorum*. *a—c, e—g* verschiedene Formen *d, h* Teilungsstadien.

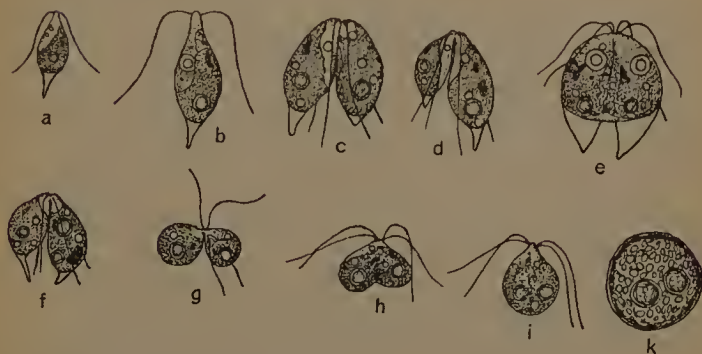


Fig. 282. *Chlorogonium euchlorum*. *a—f* Kopulation verschieden großer Makrogameten; *g—i* Kopulation unbehäuteter kleiner Gameten *k* Zygote (nach Korschikoff).

vielleicht liegen auch heterogene Konvergenzbildungen vor. Möglicherweise deshalb ungemein „variable“ Art.

Eine Rasse ist sehr plump, fast zylindrisch vorne stark zusammengezogen, eine andere hat undeutliche fast verschwindende Pyrenoide.

Es gibt auch eine ganz winzige Form, die sonst in allen Einzelheiten mit dieser Art übereinstimmt und maximal 30 μ groß ist und nicht größer wird (var. *minuta*).

Sehr verbreitet, meist oligosprob bis saprob.

2. **Chlorogonium elongatum** Dangeard (*Cercidium elongatum* Dangeard, *Chlamydomonas elongata* Wille) (Fig. 283). Zellen lang gestreckt spindelförmig, sehr variabel, 9 bis 15 mal so lang als breit. Mit lang ausgezogenem, hyalinem Hinterende und schnabelförmig verlängerten, vorne gerade abgestutztem, ebenfalls hyalinem Vorderende, an dem die beiden etwas halbkörperlangen Geißeln inserieren. Chromatophor die beiden Enden freilassend, nach Hartmann in der Form eines einseitig in der Mitte eingedrückten, länglichen Gebildes mit verwaschenen Rändern, das in den dickeren Enden je ein Pyrenoid und in der mittleren Aushöhlung den Kern enthält. Stigma vorne am Ende des Chromatophoren gelegen. Zwei kontraktile Vakuolen. Bei der Teilung verschwinden die beiden Pyrenoide der Mutterzelle und werden in den vier Tochterzellen neu gebildet.

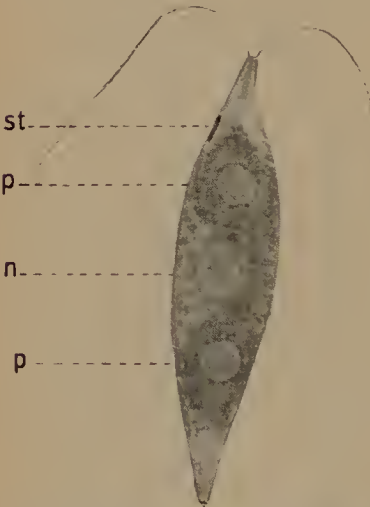


Fig. 283. *Chlorogonium elongatum* (nach Hartmann).

Gametozoosporien zu 8–16(–32) gebildet; gestreckt spindelförmig, basal spitz verschmälert, behäutet mit einem Pyrenoid, bei der Kopulation die Membranen abstreifend, die oft noch lang an den jungen Zygoten hängen. Zygote kugelig, glatt. Gelegentlich treten wenigzellige Palmellenstadien auf. Ferner auch asexuelle Sporen in den zumeist erweiterten Membranen (Aplanosporien) beobachtet. Zellen 20–45 μ lang, 4–6 μ breit.

Sehr verbreiteter Organismus, leicht saprob. Nicht einheitliche Art; die einzelnen Stämme zeigen in der Zellform speziell in bezug auf die beiden Enden, die Form des Chromatophoren ziemlich weitgehende Abweichungen. Bemerkenswert ist, daß in Kulturen sich das vordere Pyrenoid oft verdoppelt; die ganze Kultur kann dann fast nur aus drei-pyrenoidigen Individuen bestehen (Fig. 284a). Doch verdoppeln nicht alle Stämme die Pyrenoide. Gelegentlich fallen in Kulturen oft Formen mit sehr vielen Pyrenoiden auf; bei diesen bekommt auch der

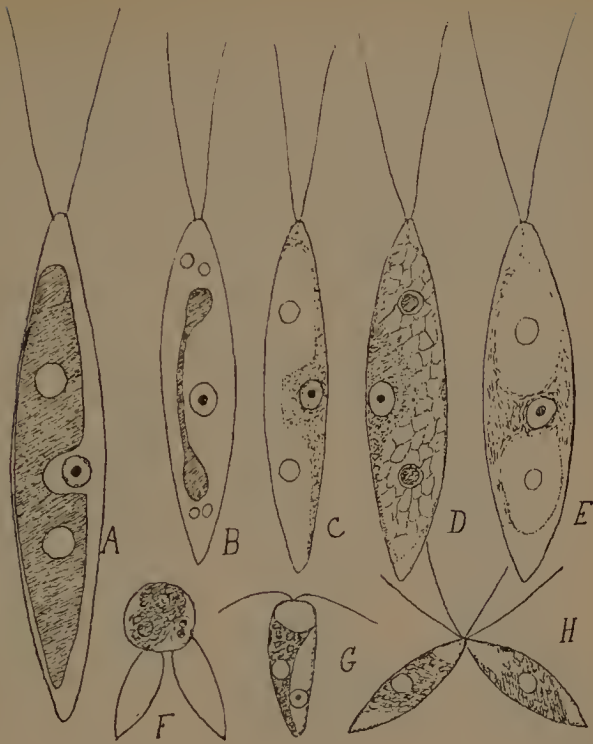


Fig. 284. *Chlorogonium elongatum*. a—e nach dem Leben; b—e gefärbtes Präparat; f, g, h Kopulation (nach Dangeard).

Chromatophor eine ganz andere Gestalt, so wie sich auch damit die Zellform sehr ändert. Diese extremen Formen kommen dem *Chl. euchlorum* oft außerordentlich nahe.

3. **Chlorogonium aculeatum** Pascher (*Chlamydomonas aculeata* Korschikoff) (Fig. 285a, 286b). Zellen gestreckt, doch plump spindelförmig, gegen das Hinterende rascher und mehr verschmälert, vorne sich weniger verschmälern; basal auch etwas ausgezogen stumpf; Vorderende nicht ausgezogen, mit einer breiten, nicht scharf abgesetzten, niederen und stumpfen Papille. Membran sonst zart; basal etwas über das Protoplastenende hinaus

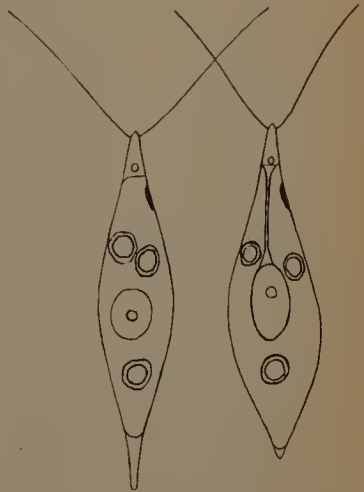


Fig. 284a. *Chlorogonium elongatum* Kulturformen mit drei Pyrenoiden.

vorgezogen. Chromatophor relativ zart, nicht scharf begrenzt, speziell im erwachsenen Zustande die beiden Enden frei lassend, in der Mitte grubig verdünnt, hier der relativ große Kern. In den dickeren Enden je ein kugeliges Pyrenoid. Stigma im vorderen Viertel, relativ groß, oft nur ganz leicht gelbbraun gefärbt. Vorne zwei kontraktile Vakuolen. Geißeln zwei Drittel der Körperlänge messend. Teilung der Quere nach, vier Tochterzellen gebend; andere Stadien nicht beobachtet. Zellen 15–30 μ lang; 3–7 μ breit.

Aus Rußland um Charkow beobachtet; aus leicht verschmutzten Wiesentümpeln um Franzensbad.

Steht unzweifelhaft dem *Chlorogonium elongatum* nahe, ist aber sofort durch die viel plumpere Zellgestalt wie auch das stumpfe Vorderende zu unterscheiden. Sicher bereits öfters beobachtet, doch immer mit *Chl. elongatum* verwechselt.

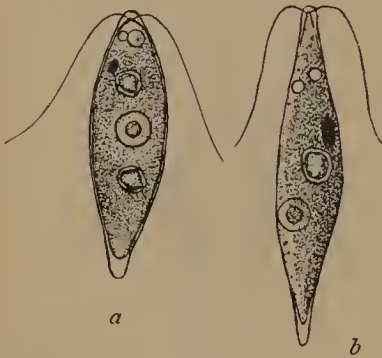


Fig. 285. *Chlorogonium*.
a *aculeatum*; b *tetragamum* (nach Korschikoff).

4. *Chlorogonium tetragamum*

Bohlin (Fig. 285 b. 287). Zellen ausgesprochen breit spindelförmig, vorne schnabelartig verschmälert, basal spitz; mit zarter Haut, 2- bis fast 3 mal so lang als breit. Geißeln knapp vor der hyalinen Spitze des Vorder-



Fig. 286. Vorderenden von
Chlorogonium elongatum a
und *Chl. aculeatum* b.

endes inserierend. Chromatophor einer, wandständig, muldenförmig; annähernd in der Mitte das einzige, relativ große Pyrenoid. Dicht vor dem Pyrenoid der ziemlich lange, strichförmige Augenfleck. Kern hinter dem Pyrenoid am Beginn des hinteren Drittels gelegen. Geißeln ungefähr zwei Drittel der Länge der Zelle. Vorne zwei kontraktile Vakuolen. Vegetative Teilung nicht beobachtet. Dagegen Gametozoosporenbildung, die hier nur zu vier gebildet werden und annähernd die Gestalt der Mutterzelle haben. Es ist nicht sicher, ob die Gametennackte bleiben oder später eine Membran bilden. Tatsache ist, daß die Zygote, die kugelig und mit stumpfen, ziemlich derben, stacheligen Warzen besetzt ist, bei ihrer Bildung eine dünne Membran sprengt. Diese Membran kann nun einer ersten Zygotenmembran entsprechen oder aber auch, in Analogie zu den abgeworfenen Membranen behäuteter Gametozoosporen, diesen Membranen entsprechen. Ich halte aber das erste für das Wahrscheinlichere. Zellen bis 33 μ lang, Zygoten 16 μ breit.

Aus Süßwasseransammlungen auf den Schären bei Stockholm; aus Rußland.

5. **Chlorogonium neglectum** Paseher. (*Chlamydomonas neglecta* Korschikoff) (Fig. 288). Zellen recht plump und breit spindelförmig, 3–4mal so lang als breit (manchmal nur 2½mal). Oft unregelmäßig, schief oder auch gebogen. Membran sehr zart, vorne wenig vorgezogen, ohne Papille. Die beiden kaum körperlangen Geißeln seitlich am Vorderende inserierend. Chromatophor in der Form einer wandständigen Platte, die ungefähr ein Drittel der Breite und auch die beiden Vorderenden frei läßt, mit einem großen seitenständigen Pyrenoid, das oft etwas aus dem Wölbungsseitel des Chromatophoren

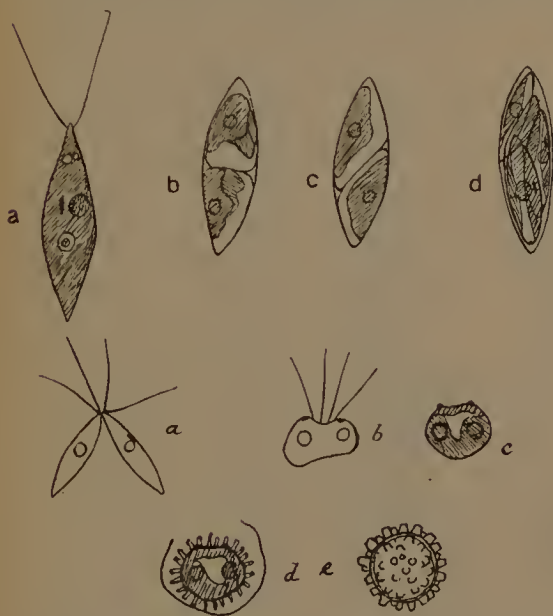


Fig. 287. *Chlorogonium tetragamum*.
a vegetative Zelle; b–d Teilung — Gametenbildung; a, b, c Kopulation; d, e Zygote (nach Bohlin).



Fig. 288.
Chlorogonium neglectum (nach Korschikoff).

heraus verlagert und vielleicht zweisehalig ist (nachzuprüfen!). Kern etwas über dem Pyrenoide gelegen. In annähernd gleicher Höhe ein relativ großes, längliches Stigma. Zahlreiche (–7) kontraktile Vakuolen, unregelmäßig in der Zelle verteilt. Teilung quer, schließlich vier Tochterzellen liefernd. Die ausgetretenen Tochterzellen sind nach Korschikoff schmal spindelförmig und haben nur drei Vakuolen; zwei vorne, eine hinten. Ganz gleiche Tochterzellen funktionieren auch als Gameten; die Membran der Gameten wird beim Geschlechtsabgestreift. Zygote nach Korschikoff glatt.

Zellen 10–24 μ lang, 3,5–7 μ breit.

Aus SSSR. (um Charkow); aus Holstein, in sumpfigen Wiesengraben, in einer sehr nahe kommenden Form.

Ich stelle diese Formen zu *Chlorogonium*, obwohl sie *Chlamydomonas* und *Chlorogonium* in schönster Weise verbinden.

Von der ähnlichen *Chlamydomonas Dilli* und *Chl. ovalis* weicht sie durch die Mehrzahl der Vakuolen und das Pyrenoid ab, von der etwas ähnlichen *Chl. biconica* durch den Mangel der Papille und die größere Anzahl der Vakuolen. Das ähnliche *Chlorogonium tetragamum* Bohlin ist viel schlanker und außerdem vorne auch schnabelartig ausgezogen.

6. **Chlorogonium spirale** Scherffell und Pascher (Fig. 289). Zellen gestreckt spindelförmig bis fast stabförmig spindelig, annähernd in der Mitte oder etwas vorher am dicksten; nach

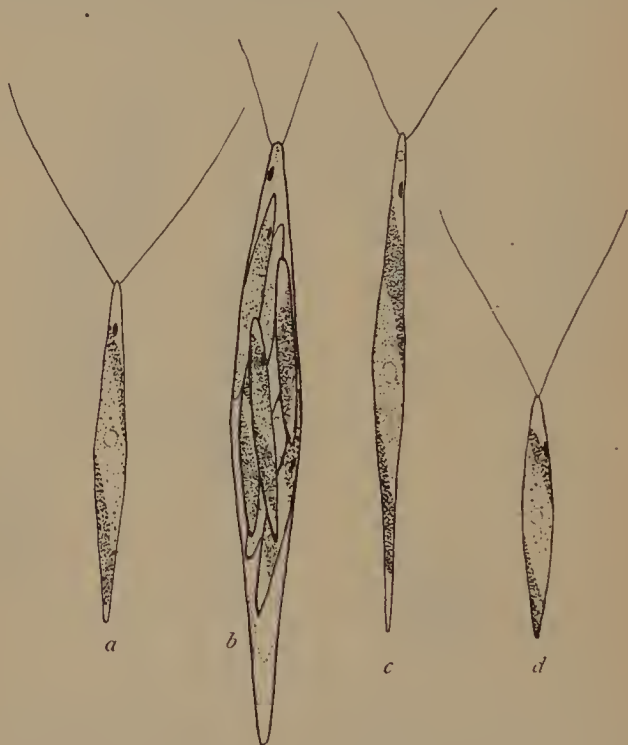


Fig. 289. *Chlorogonium spirale*. a, c, d vegetative Zellen; b Teilung (d nach Scherffell).

beiden Enden hin (im ausgewachsenen Zustande) ungemein lang und schmal ausgezogen, so daß die breiteste Stelle im optischen Längsschnitte fast stumpfeckig erscheint. Membran sehr zart, basal und vorne nicht selten über den Protoplasten hinaus verlängert. Knapp unter dem Vorderende die beiden halbkörperlangen Geißeln inserierend; von ihrer Basis geht oft ein besonders deutlicher Plasmafaden zum Protoplasten. Chromatophor sehr groß, fast die ganze Zelle mit Ausnahme der Enden auskleidend; gegen die beiden Enden mit dunkleren in der Mitte mit deutlichen, hellen, schief verlaufenden Streifen. Dunklere Streifen durch das schief schraubenförmige Umlegen der beiden Chromatophorenden, entstanden. Stigma vorne, oft ohne sichtbare Beziehung zum Chromatophoren. Vorne

die beiden kontraktile Vakuolen. Zellen soweit man sehen konnte, ohne Pyrenoid. Zentral in der hellen Zone des Chromatophoren, etwas seitlich abgerückt, der Kern. (Es ist nicht ausgeschlossen, daß trotzdem ein Pyrenoid vorhanden ist, das aber nicht immer sichtbar ist.) Vermehrung durch Querteilung, der sehr bald weitere zahlreiche Teilungen folgen. Meist acht Tochterzellen gebildet, die weniger gestreckt spindelförmig, mehr bogig verschmälert und an den Enden stumpfer sind. Zellen 20–40 μ lang, meist nur 3–5 μ breit.

Aus der Slowakci (Mory-Scherffel), aus Sümpfen [des Schwarzwaldes (Hinterarten).

Steht den schlankeren, von Playfair unvollständig beschriebenen Arten, speziell dem *Chl. minimum*, sehr nahe, ist aber nach vorne viel mehr verschmälert und weicht durch die schraubenbandartige Gestalt des Chromatophoren ab.

7. *Chlorogonium elegans* Playfair (Fig. 290a). Zellen gestreckt spindelförmig, vorne stumpf, basal viel länger als vorne verschmälert und hier in einen längeren, sehr schmalen, hyalinen, stumpfen Endteil ausgezogen, der schließlich nur von der zarten, hellen Membran gebildet wird. Vorne stumpf abgerundet, mit zwei, ungefähr halb körperlangen Geißeln. Chromatophor eine große, dünne, wandständige Platte ohne Pyrenoid. Stigma groß, in der vorderen Zelhälfte, knapp über der Mitte. Kern knapp unter der Mitte. Länge 36–55 μ , Breite 6–10 μ .

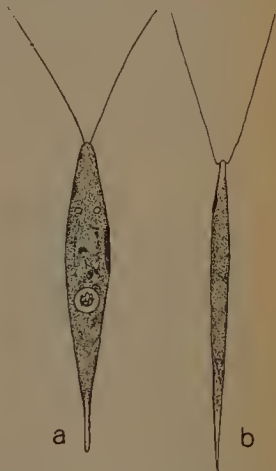


Fig. 290. *Chlorogonium*
a *elegans*; b *minimum*
(nach Playfair).

8. *Chlorogonium minimum* Playfair (Fig. 290b). Zellen un-
gemein fein spindelförmig, fast nadelförmig. Vorne kürzer
verschmälert und hier einen kurzen hyalinen Schnabel bildend.
Basal schon aus dem vorderen Drittel heraus sehr fein und
lange verschmälert und nadelartig spitz endend. Geißeln
nach dem Texte fast körperlang, nach der Figur kaum die
Hälfte davon. Chromatophor wandständig, ohne weitere An-
gaben darüber, ohne Pyrenoid. Stigma im vorderen Sechstel.
Länge 30 μ , Breite 2–3 μ .

Australien.

Playfair hat davon noch zwei Varietäten, doch so un-
vollständig beschrieben, daß sie zu streichen sind.

Australien: Botany, Lismore.

Unvollständig beschrieben. Chromatophor und Kern viel-
leicht unrichtig gedeutet.

Unvollständig beschriebene Art:

Chlorogonium bernardinense Chodat Zellen spindelförmig, beid-
seits zugespitzt. Membran zart, hyalin. Vorderes Ende stumpf-

lich mit zwei Punkten, aus denen die Geißeln austreten. Chromatophor in der Form einer dünnen Platte, die mehr oder weniger zusammengebogen und mit einem seitlichen Auschnitte versehen ist, in dem der Kern liegt. Dieser ist kaum schmaler als die Zelle. Zwei große Pyrenoide. Augenfleck strichförmig im vorderen Viertel. Kontraktile Vakuolen mehrere zerstreut über die Zelle, öfters zwei in der Nähe des Stigma deutlicher. Länge 35–40 μ , Breite 4–9 μ .

In der Nähe des Alpengartens Linnaea am großen St. Bernhard. In Quellmooren (Schweiz).

Da Chodat keine Abbildung gibt und die Beschreibung nicht ganz vollständig ist, ist ein Urteil über diese Form sehr schwer. Sie steht durch ihre zwei Pyrenoide dem *Chl. elongatum* nahe, hat aber nach Chodat mehrere kontraktile Vakuolen, was sie wieder in die Nähe von *Chl. euchlorum* bringt, dem es auch in der Form des Chromatophoren ähnelt.

Sphaerellopsis Korschikoff

(*Chlamydococcus* sensu Stein pro parte.)

Protoplasten in einer weit abstehenden zarten Membran lebend; der Zwischenraum zwischen Membran und Protoplasten von einer zarten Gallerte ausgefüllt. Hülle und Protoplast nicht in ihrer Gestalt übereinstimmend. Hülle mehr oder weniger ellipsoidisch, an beiden Enden abgerundet, Protoplast dagegen sehr gestreckt ellipsoidisch, in der Mitte meist deutlich erweitert und schließlich basal oft in einen sehr dünnen, manchmal umgebogenen Endteil ausgezogen. Protoplast mit einem zarten Periplasten umgeben. Geißeln zwei und je nachdem ob der Protoplast mit seinem Vorderende bis zur Hülle reicht oder diese nicht erreicht entweder durch eine gemeinsame Öffnung oder aber durch zwei etwas divergierende Röhren austretend; meist annähernd — $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Der Protoplast zeigt niemals radiäre, pseudopodiale die Gallerte durchsetzende Fortsätze und weicht auch dadurch von *Haematococcus* ab. Protoplast manchmal deutlich metabolisch. Chromatophor sehr kräftig, mit ungemein massivem Basalstücke, das mit seiner Vorderfläche ungefähr bis zur Mitte der Zelle reicht, während das Wandstück relativ zart ist und in seiner Länge sehr schwankt. Pyrenoid eines, annähernd axial im Basalstücke. Stigma vorhanden oder fehlend. Kontraktile Vakuolen zwei, im Vorderende. Kern in der vorderen Hälfte.

Teilung schief, meist vier Tochterzellen gebend.

Bei der Teilung können sich die Tochterzellen in bezug auf die Entwicklung der Hülle verschieden verhalten. Entweder sie treten mit enganliegender Membran aus, die sich erst später in charakteristischer Weise erweitert oder aber die Hülle wird in ihrer definitiven Form bereits innerhalb der Mutterzelle an den Tochterzellen gebildet. Letzteren Umstand hat Stein abgebildet.

Gloeocystisartige Zustände wahrscheinlich.

Sphaerellopsis ist biologisch recht unklar. Sie scheint Torfsümpfe vorzuziehen, da aber Stein als Artnamen *fluviatilis* gewählt hat, so scheint sich die Monade ökologisch vielleicht verschieden zu verhalten.

Geschlechtliche Fortpflanzung: Kopulation kleiner Gameten, die bis zu acht in einer Zelle gebildet werden, gestreckt eiförmig bis etwas spindelförmig sind und eine zarte enganliegende Membran haben wie auch zwei bis dreimal- so lange Geißeln. Der Chromatophor ist bei ihnen im Prinzipie wie bei den vegetativen Zellen nur manchmal etwas einseitig verlagert. Reife Zygoten wurden nicht gesehen.

Sphaerellopsis sieht bei oberflächlicher Betrachtung einem *Haematococcus* ähnlich, hat aber mit dieser Gattung nichts zu tun. *Haematococcus* hat im Gegensatz zu ihr die bereits erwähnten radiären Fortsätze des Protoplasten und außerdem mehr als ein Pyrenoid (zwei bis viele), ferner auch immer zahlreiche kontraktile Vakuolen.

Bei *Sphaerellopsis* ist um die abstehende Membran manchmal noch eine zweite Gallerthülle vorhanden, über deren Bildung ich keine Klarheit habe.

Der Organismus wurde bereits von Stein abgebildet und als *Chlamydococcus fluviatilis* beschrieben. Der Name *Chlamydococcus*, unter dem sehr verschiedene Organismen zusammengefaßt wurden, kann nicht verwendet werden, dagegen muß der Steinsche Artnamen wohl beibehalten werden.

Die Gattung ist selten und eigentlich nach Stein, soweit ich die Angaben übersehe, nur von Scherffel, Korschikoff und mir wieder beobachtet worden.

Die hierhergehörigen Formen werden derzeit als eine Art zusammengefaßt, obwohl es mir nicht ausgemacht erscheint, ob sie alle zusammen gehören. Möglicherweise liegen zwei Arten vor, die eine mit Stigma, die andere ohne, bei ersterer reicht der Protoplast sehr weit nach vorne und die Geißeln treten gemeinsam aus; bei letzterer erreicht der Protoplast das Vorderende der Hülle nicht und die Geißeln treten durch divergierende Röhrchen aus. Ich vermag aber nicht zu sagen, inwieweit hier durchgreifende Unterschiede oder nur Wachstumsformen vorhanden sind. Da sich die Steinschen Abbildungen auf die stigmatisierten Formen mit ganz nach vorne reichenden Protoplasten beziehen, so müssen diese Formen als der Typus angesehen werden, zu dem unter Vor-

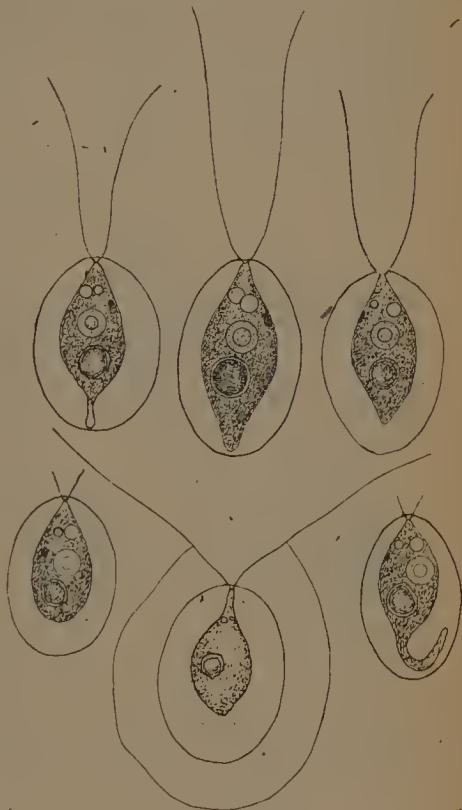


Fig. 291. *Sphaerellopsis fluviatilis*. Verschiedene Formen (in der Mitte unten mit Außengallerte) (nach Korschikoff).

behalt die andere Form als Varietät gestellt wird, bis eingehende Untersuchungen die Verhältnisse klären.

Sphaerellopsis fluviatilis Pascher (Fig. 291 und 292) (*Chlamydococcus fluviatilis* Stein, *Sphaerellopsis crassicauda* Korschikoff) Protoplast vorne an die Hülle angrenzend; Geißeln nicht durch Röhrechen austretend; Stigma etwas vor der Mitte, Kern in der vorderen Hälfte. Protoplast basal oft sehr dünn ausgezogen und oft gekrümmt. Länge 14–30 μ , Breite 10–20 μ .

Aus Böhmen, der Slowakei und aus Rußland.

Das Pyrenoid liegt gewöhnlich doch nicht immer etwas seitlich, möglicherweise ist eine leichte Dorsiventralität vorhanden.

Provisorisch sei als Varietät *sphaerelloides* zu ihr gestellt die Form ohne Stigma und infolge des verkürzten Protoplasten durch Röhrechen austretenden Geißeln (*Sphaerellopsis sphaerelloides* (Fig. 293).

Thorakomonas Korschikoff

Zellen etwas zusammengedrückt, von der Schmalseite oft etwas schief verzogen, von der Breitseite elliptisch, bis unregelmäßig eckig; mit derber, leicht gelatinöser, oft abstehtender, dichter Membran, die durch mannigfache, stellenweise oft mächtige

Auflagerungen (Eisenoxydhydrat) ganz rau und derb erscheinen kann und oft ganz undurchsichtig tiefbraun bis schwarz ist. Protoplast typisch wie bei *Chlamydomonas*, mit zwei Geißeln, die durch zwei Öffnungen austreten; Chromatophor topfförmig, basal oft verdickt, mit einem oder mehreren Pyrenoiden; mit Stigma.

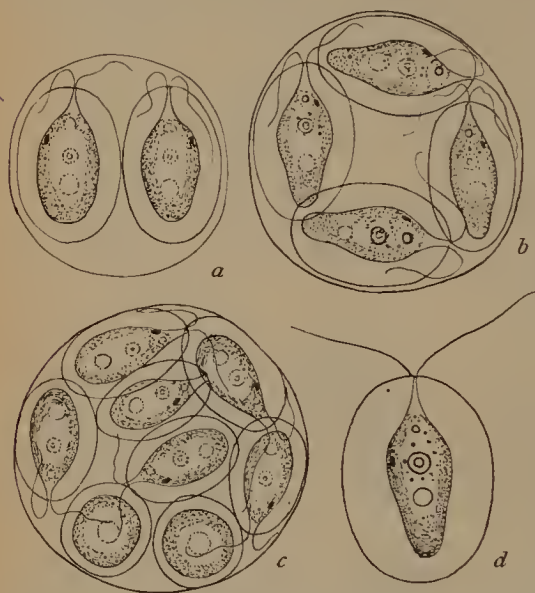


Fig. 292. *Sphaerellopsis crassicauda*. a Einzelzelle; b—d Teilungsstadien (nach Stein).



Fig. 293. *Sphaerellopsis*-Form ohne Stigma und mit Geißelröhrechen.

Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung schief (?). Ebenso Bildung kleiner, nackter Schwärmer beobachtet (Gameten?). Bei der Entleerung der Tochterzellen wird die Membran der Länge nach unregelmäßig von vorne nach hinten aufgerissen. Andere Stadien nicht beobachtet.

Durch die merkwürdige Membranbildung auffallende Form, die der Gattung *Chlamydomonas* sehr nahe steht. Die Membran hat eine innere dichtere Schicht und eine äußere, mehr gelatinöse, auf die die Auflagerung der Eisenoxydhydrate erfolgt. Das geringe, von mir gesehen Material erlaubte nicht, zu entscheiden, ob bei dieser Eisenoxydauf-lagerung Eisenbakterien beteiligt sind. Ich halte es aber nicht für ausgeschlossen.

Die Gattung kann ungemein leicht mit *Coccomonas* (feste Kalkschalen), *Trachelomonaden* und *Chrysococcen* verwechselt werden; von den letzteren beiden ist sie schon durch ihre 2 Geißeln leicht zu unterscheiden.

Zwei Arten bis jetzt beschrieben:

Zellen elliptisch mit einem Pyrenoide.

T. sabulosa 1.

Zellen im Umriss unregelmäßig, stumpf mehrckig, m. mehreren Pyrenoiden.

T. irregularis 2.



Fig. 294. *Thorakomonas sabulosa*.
a, b Längsseite; c von vorne; d Entleerung der Schwärmer; e Zelle im optischen Schnitte (nach Korschikoff).

1. *Thorakomonas sabulosa* Korschikoff (Fig. 294). Zellen von der Breitseite elliptisch, von vorne gesehen stumpf-vierkantig, rauh. Membran oft mit sehr mächtigen Auflagerungen, oft fast tiefschwarzbraun, fast undurchsichtig, vom Protoplasten oft sehr weit absteheud. Geißeln körperlang. Chromatophor topfförmig, basal ungemein stark verdickt, mit dem allmählich verdünnten Wandstücke sehr weit nach vorne reichend, mit einem großen axialen Pyrenoide. Stigma im vorderen Drittel, relativ klein. Kern vorne gelegen. Zwei kontraktile Vakuolen, vorne. Teilung etwas schief. Tochterzellen völlig *Chlamydomonas*-artig, mit zarter Membran. Von Korschikoff wurde auch die Bildung von 16 kleinen Zellen mit seitlichen Chromatophoren beobachtet, wohl Gameten, doch kam die Kopulation nicht zur Beobachtung.

Zellen bis 16 μ lang, 14 μ breit. — Zerstreut, doch anscheinend verbreitet, in Tümpeln mit verunreinigtem Wasser.

Rußland-Charkow (Korschikoff), Holstein (Pascher).
Vielleicht mehr in kalkarmem Wasser.

2. *Thorakomonas irregularis* Korschikoff (Fig. 295). Zellen von der Breitseite sehr unregelmäßig, stumpfkantig, von vorne



Fig. 295. *Thorakomonas irregularis*. a Zelle von der Seite; c von vorne; b Teilung; d junge Zelle (nach Korschikoff).

schief, fast rhombisch-vierkantig, mit stumpfen Kanten. Vorne manchmal leicht vorgezogen. Membran mit unregelmäßigen Auflagerungen. Chromatophor topfförmig, groß, mit mehreren, bis drei Pyrenoiden. Stigma annähernd in halber Höhe, groß, unregelmäßig, fleckförmig. Kern fast zentral. Zwei kontraktile Vakuolen vorne. Bei der Teilung werden vier Tochterzellen gebildet mit je einem Pyrenoide, die bald die normale Hülle ausbilden. Andere Stadien nicht beobachtet. Zellen bis 12 μ groß. Junge Zellen nur 6 μ lang.

Aus Rußland (Charkow).

Ich sah ganz ähnliche Formen, die aber größer waren (15 μ) und die im Gegensatz zu den Angaben Korschikoffs, der nur Formen beobachtet, die nicht braun verfärbte Hüllen haben, ebenfalls schwarzbraune Auflagerungen hatten.

Einmal sah ich eine Form, leider in zu wenig Material, mit mehr eiförmigen Zellen, doch ohne Pyrenoid. — Zellen bis 18 μ lang, 12 μ breit. Stigma vorne gelegen.

Die Gattung *Thorakomonas* ist noch ganz genau in der Hinsicht zu prüfen, daß einzelne *Chlamydomonas*-Arten ebenfalls die Membran verschleimen lassen und ebenfalls sich Eisenoxydhydrate auflegen. So erscheint die Gattung gegen *Chlamydomonas* nicht scharf abgegrenzt. Unter welchen Bedingungen dieser Vorgang bei den *Chlamydomonas*-Arten erfolgt, ist aber nicht ganz klar. Jedenfalls hängt die Eisenauflagerung und die Verschleimung der Membran kausal zusammen, erstere ist von letzterer abhängig.

Auch Carterien bilden manchmal gleiche Hüllen aus; ebenso Polytomen.

Gloeomonas Klebs

Große Monade mit breit-eiförmigen, beidseits sehr breit abgerundeten Zellen und zarter, enganliegender Membran, über der noch eine deutliche Schleimhülle ist, die ziemlich gleichmäßig entwickelt ist. Geißeln am Vorderende sehr weit voneinander abgerückt, annähernd körperläng. Chromatophorenapparat aus vielen

kleinen, dicht nebeneinanderliegenden, kreisförmigen bis länglichen Scheibchen bestehend. Soweit ich annehmen kann, ohne Pyrenoid. Augenfleck deutlich, vorne gelegen. Am vorderen manchmal leicht ausgerandeten Ende zwei kontraktile Vakuolen. Vermehrung durch sukzessive Zweiteilungen im unbeweglichen Zustande. Weitere Stadien nicht bekannt.

Ist in bezug auf die Geißelinsertion *Gigantochloris* ähnlich; diese ist aber viel größer und hat einen zusammenhängenden Chromatophoren und zahlreiche Pyrenoide.

Eine Art.

Gloeomonas ovalis Klebs (*Chlamydomonas ovalis* Korschikoff) (Fig. 296). Länge 38–42 μ , Breite 23 bis 33 μ . Gallerthülle über 2 μ dick.

Von Klebs ohne nähere Ortsangabe beschrieben. In Rußland von Korschikoff beobachtet. Ich sah wiederholt eine Form, die völlig mit der Klebs'schen Abbildung und Beschreibung übereinstimmte, nur etwas kleiner war. Hier schwankte die Entfernung der Geißeln etwas, sie waren manchmal etwas näher zusammengedrückt als in Klebs' Abbildung, manchmal aber im angegebenen Abstände. Leider fand sich aber die Monade immer nur ganz vereinzelt, so daß nichts über Vermehrung und geschlechtliche Fortpflanzung erfahren werden konnte.

Länge höchstens 30 μ , Breite höchstens 23 μ . — Aus moorigen Wiesen zwischen Heiligenkreuztal und Mengisch-Neudorf in Schwaben; im Böhmerwald an gleichen Stellen.



Fig. 296. *Gloeomonas ovalis*. Vegetative Zelle; darunter Vorderende.

Sphenochloris Pascher

(*Chlamydomonas* pro parte sensu Printz).

Zellen im allgemeinen vom Bau einer *Chlamydomonas*-Zelle, doch nach vorne breit keilförmig verschmälert und gerade abgestutzt oder leicht ausgerandet; vorne mit einer Kante endend, dadurch die beiden Geißeln bei ihrem Austritte aus der Zelle weit voneinander abgerückt. Vorne niemals abgestumpft oder spitz. Zellen mit einer ausgesprochenen Breit- und Schmalseite; von der Breitseite gesehen mit der eben beschriebenen Form, von der Schmalseite aber nach vorne stark verschmälert, bis spitz. Chromatophor groß und topfförmig, an den Breitseiten tief ausgerandet, weit nach vorne reichend. Pyrenoid vorhanden, ebenso Stigma. Kontraktile Vakuolen vorne gelegen.

Vermehrung durch Längsteilung unter Bildung von zwei oder vier Schwärmmern. Geschlechtliche Fortpflanzung und Palmellen, wie auch Cysten nicht beobachtet.

Eine Gattung, die sich leicht von *Chlamydomonas* ableitet, bei der ebenfalls bei manchen Arten die Geißeln etwas voneinander abgerückt austreten. Nur hat sich hier der Bau des Vorderendes der Zelle ganz darauf eingestellt und die Geißelebene durch diese extreme Auskeilung betont. Die Biologie der Gattung ist nicht näher bekannt; die Formen treten nicht häufig auf, wurden eigentlich bis jetzt nur zweimal gefunden. Doch beide Male in einem Milieu, das reich an organischen Substanzen war.

Im Süßwasser sind derzeit nur zwei Formen bekannt. Die extremste Ausbildung erreicht *Sphenochloris* in einer marinen Art, die von der Breitseite gesehen fast halbkreisförmig ist und bei der sich die Abplattung auf den ganzen Körper erstreckt. Die eine Süßwasserform ist im optischen Querschnitte ausgesprochen rund, die andere ein wenig abgeplattet.

Zellen mit deutlicher vorderer Einschnürung, kaum abgeplattet, vorne deutlich ausgerandet. **Sph. urceolata** 1.

Zellen mit fast geraden Flanken, vorne gerade und breit abgeschnitten, leicht abgeplattet. **Sph. Printzi** 2.

1. **Sphenochloris urceolata** Pascher (*Chlamydomonas urceolata* Printz) (Fig. 297a). Zellen gestreckt eiförmig, basal breit abgerundet, nach vorne, nach einer sanften Einschnürung, wieder leicht verbreitert; Vorderende leicht ausgerandet. Nach Printz soll sich hier eine leicht schalenförmige Vertiefung befinden, eine der

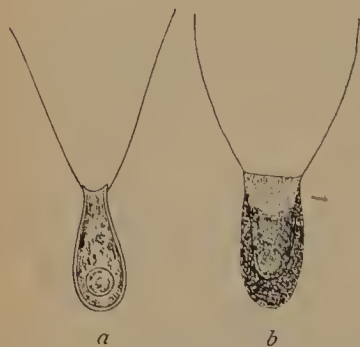


Fig. 297. *Sphenochloris*. a *urceolata*; b *Printzi* (nach Printz).

Printzschen Form ganz nahestehende Form zeigte aber eine solche Vertiefung nicht und ließ mehr eine etwas eingebogene, wenn auch vielleicht nicht scharfe Kante vermuten. Membran zart, anliegend, Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperläng. Chromatophor groß und sehr weit nach vorne reichend, mit einem basal gelegenen Pyrenoid. Stigma strichförmig, etwas vor der Körpermitte. Vermehrung nicht beobachtet. Länge 12–18 μ , Breite 5–8 μ .

Bis jetzt in typischer Form nur aus Norwegen (Troidvandet).

Ich sah aus Tümpeln in dem Torfmoore am Wolfgangsee bei Strobl im Salzkammergut eine ganz ähnliche, nur kleinere Form, die mir deutlich vorne zugekantet schien. Jedenfalls bedarf gerade diese Art noch der Überprüfung.

2. **Sphenochloris Printzi** Pascher (Fig. 297b). Zellen ellipsoidisch, basal breit abgerundet nach vorne aber geradlinig begrenzt und dann breit und über die ganze Zellenbreite gerade abgestutzt. Von der anderen Seite gesehen sehr gestreckt eiförmig und vorne spitz, da vorne mit einer breiten, scharfen Kante endend. Membran eng anliegend. Geißeln an den Ecken der Vorderkante entspringend, diese selber leicht S-förmig gedreht. Geißeln

1½ mal körperlang. Chromatophor topfförmig, etwas unter der Kante endend, basal am dicksten, gegen den Vorderrand allmählich verdünnt. Pyrenoid basal, in der verdickten Stelle, nicht ganz vom Chromatophoren überdeckt, sondern allem Anscheine nach vorne freiliegend. Kern etwas über der Mitte. Stigma fehlt. Kontraktile Vakuolen ziemlich weit unter der Vorderkante (in der Zeichnung nicht wiedergegeben).

Länge bis 18 μ , Breite bis 9 μ .

Bis jetzt nur aus einem Tümpel bei Freiburg (1913).

Bewegung sehr auffallend; relativ rasch mit merkwürdig flatternder Rotation und absonderlichem Hin- und Herschwingen um eine Achse, die nicht mit der Bewegungsrichtung zusammenfällt.

Scourfieldia G. S. West

Sehr kleine, flachgedrückte Monaden mit deutlicher Breit- und Schmalseite. Von der Breitseite breit eiförmig bis fast herzförmig, vorne immer deutlich ausgerandet, von der Schmalseite elliptisch bis ebenfalls etwas herzförmig. Membran zart, enganliegend. Geißeln zwei, sehr lang, bis fünfmal so lang als die Zelle. Chromatophor zusammengedrückt, topfförmig nur an den Schmalseiten bis nach vorne entwickelt an den Breitseiten tief ausgeschnitten oder anders gesagt, kurz muldenförmig und mit zwei den Schmalseiten anliegenden Lappen bis nach vorne reichend. Ohne Pyrenoid. Vielleicht auch ohne Stigma. Kern etwas vor der Mitte der Zelle. Kontraktile Vakuolen vorne. Geißeln in der Ruhelage breitbogig über die Breitseite stehend. Zelle nach vorne, meist aber mit dem Basalende vorne schwimmend, dabei der schmale Protoplast hin- und herpendelnd.

Vermehrung nicht beobachtet, ebenso wenig Dauerstadien.

Winzige Formen, die im äußeren Umriß *Platychloris* nahekommen, sich von dieser aber schon durch die Gestalt und dann auch durch den ganz anderen Chromatophoren unterscheiden, *Platychloris* hat nur ein kleines basal und schief stehendes, grünes einfaches Plättchen.

Interessant ist der Umstand, daß der Chromatophor an der Breitseite bereits zum großen Teile reduziert ist; geht diese Reduktion des Chromatophoren an der Breitseite noch weiter, so entstehen zwei seitliche Chromatophorenlappen, die basal manchmal noch ein wenig zusammenhängen oder ganz getrennt sind (beide Fälle bei *Scherffelia* realisiert).

Bestimmungsschlüssel der Arten.

1. Zellen vorne nur leicht ausgerandet, im Umriß nicht herzförmig.
 - A. Zellen von der Breitseite fast elliptisch. *Sc. complanata* 1.
 - B. Zellen von der Breitseite stark quadratisch-rechteckig. *Sc. quadrata* 2.
2. Zellen vorne tiefer ausgerandet, im Umriss fast herzförmig. *Sc. cordiformis* 3.

1. *Scourfieldia complanata* G. S. West (Fig. 298). Zellen von der Breitseite breit eirund, basal breit abgerundet, vorne leicht und schmal, doch deutlich ausgerandet. Von der Schmalseite

gestreckt und schmal elliptisch. Chromatophor auf der Breitseite breit ausgeschnitten, ohne Pyrenoid, ohne Stigma. Kern etwas über der Mitte der Zelle. Eine kontraktile Vakuole vorne. Länge 5,2–5,7 μ , Breite 4,4–4,6 μ .

Bislang nur aus England (Sümpfe bei Leyton-flats-Essex).

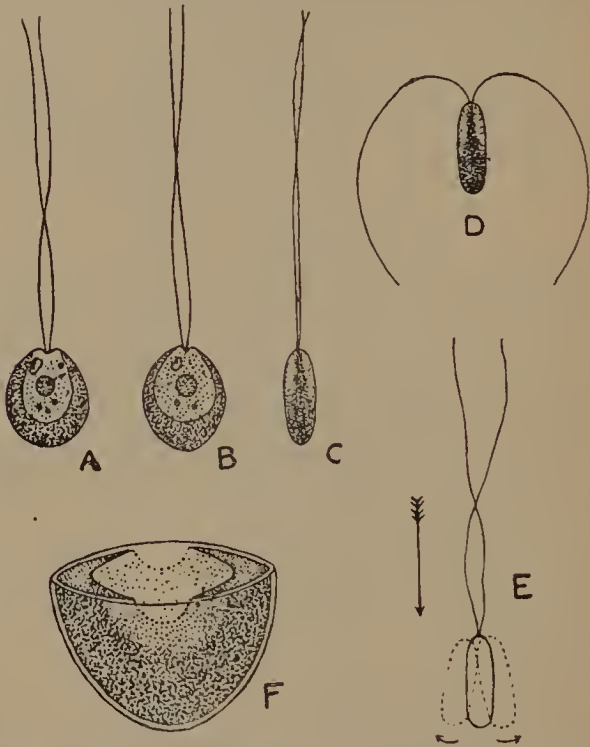


Fig. 298. *Scourfieldia complanata*. A, B Breit-, C Schmalseite; D Geißelteilung; E Bewegungsform; F Zellschnitt (nach West).

2. ***Scourfieldia quadrata*** Pascher (Fig. 299). Zellen von der Breitseite fast quadratisch rechteckig, mit stumpfen bis abgerundeten Enden und leicht ausgeschweiften Seiten; von der Schmalseite gestreckt elliptisch. Membran sehr zart, anliegend, ohne Papille. Chromatophor relativ groß, auf der Breitseite nur wenig entwickelt, kaum das hintere Drittel auskleidend, auf der Schmalseite in der Form eines schmalen Bandes fast bis zur Geißelbasis reichend, fast auch das leicht ausgerandete Vorderende auskleidend. Kein Pyrenoid. Kein Stigma. Geißeln bis $2\frac{1}{2}$ mal so lang als die Zelle, — in der bei *Scourfieldia* üblichen Haltung. Kern etwas über der Mitte. Nur eine kontraktile Vakuole beobachtet. Längsteilung. Andere Stadien nicht beobachtet. Zellen bis 8–10 μ lang, bis 6 μ breit, bis 3 μ dick.

Aus einem Torfmoortümpel bei Franzensbad in Böhmen.

3. ***Scourfieldia cordiformis*** Takeda (Fig. 300). Zellen von der Breitseite gesehen mehr oder weniger herzförmig, basal breit

abgerundet oder leicht verschmälert stumpf; vorne fast in der Höhe der größten Breite fast quer abgestutzt und ausgerandet. Von der Schmalseite ausgesprochen verkehrt eiförmig, ohne Ausrandung. Chromatophor auf der Schmalseite nur schmal, doch tief ausgeschnitten. Kern annähernd zentral. Stigma und kontraktile Vakuolen nicht beobachtet, vielleicht (besonders das erstere) fehlend. Andere Stadien nicht gesehen. Länge 4–4,5 μ , Breite 3,5–4 μ , Dicke, 2,3–2,6.

Bislang nur aus England: Torfsumpf: Keston-Kent.

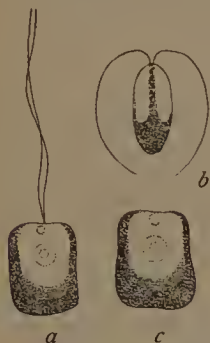


Fig. 299. *Scourfieldia quadrata*. a, c Breit-; b Schmalseite.

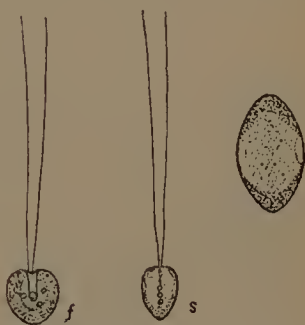


Fig. 300. *Scourfieldia cordiformis*. f Breit-; s Schmalseite, rechts daneben von unten (nach Takeda).

Platychloris Pascher

Zellen sehr klein, sehr stark zusammengedrückt; von der Breitseite elliptisch-eiförmig, ganz schwach nach vorne verschmälert. Basal breit abgerundet, vorne stumpf. Von der Schmalseite gestreckt elliptisch und bis sechsmal länger als breit, Zellhaut sehr zart, manchmal ein wenig (besonders basal) absteht, Geißeln bis viermal so lang als die Zelle. Chromatophor in der Form eines kleinen, manchmal nur einer Breitseite anliegenden Plättchens, das basal etwas zur Seite gerückt kaum ein Drittel der Zelle einnimmt und mehr oder weniger schief abgeschnitten ist und kaum über die halbe Höhe der Zelle hinausragt, Pyrenoid fehlt. Ebenso ist ein Augenfleck nicht zu beobachten. Manchmal eine kontraktile Vakuole zu bemerken; diese wohl wegen der Kleinheit der Beobachtung oft entgehend. Teilung wahrscheinlich der Länge nach, in ihren ersten Stadien nicht beobachtet. Schließlich vier Tochterzellen innerhalb der erweiterten Membran. Bewegung ungemein rasch und wohl wegen der außerordentlich flachen Gestalt flatternd (vielleicht auch deshalb, weil allem Anscheine nach keine schraubige Torsion der Zelle vorhanden ist).

Ausgesprochen planktonische Gattung, die nur durch Zentrifugierung erhältlich ist, aber immer nur in geringen Mengen auftritt.

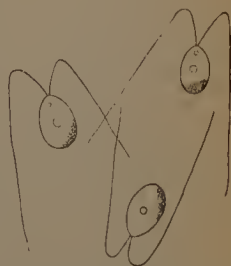


Fig 301.
Platychloris minima.

Eine einzige Art:

Platychloris minima Pascher (*Chlamydomonas minima* Pascher) (Fig. 301). Länge 3–5 μ , Breite 2–3 μ . In stehenden Gewässern. Zweimal in der wärmeren Jahreszeit beobachtet (Böhmen).

Die Gattung weicht von allen Chlamydomonaden durch die Form des Chromatophoren ab, der zu einem kleinen einfachen Plättchen vereinfacht ist.

Phyllomonas Korschikoff

Zellen sehr stark zusammengedrückt, fast blattförmig flach, vorne deutlich ausgerandet bis ausgebissen. Sonst im Prinzip wie *Chlamydomonas*: Chromatophor eigentlich topfförmig, doch flach, oft sehr blaß; manchmal netzig oder gestreift, manchmal nicht sehr deutlich begrenzt. Pyrenoide in der Mehrzahl. Stigma vorhanden, oder fehlend. Mehrere kontraktile Vakuolen. Membran sehr zart. Geißeln zwei, meist lang als die Zelle.

Teilung bei einer Art beobachtet. Die erste Teilung der Länge nach. Es werden 2 oder 4 Tochterzellen gebildet. Geschlechtliche Fortpflanzung bei der gleichen Art gesehen. Ausgesprochene Heterogamie: Weibliche Gameten zu 2–4 gebildet, männliche 16–64 in einer Zelle. Zygoten sehr lange bis in viele Tage beweglich, dann Dauerzygoten liefernd. Auch asexuelle Cysten, aus vergrößerten, kugelig werdenden Zellen gebildet, bekannt.

Sehr auffallende Gattung, die durch ihre Abflachung sehr konvergent ist einzelnen *Chlamydomonas*-Arten, *Platychloris* usw. Völlig parallel erscheint sie in ihrer Zellform der Gattung *Scherffelia*, mit der sie auch die scharfe vordere Auskerbung gemeinsam hat, doch hat *Scherffelia* eine derbe Membran, die an den Kanten kielförmig verbreitert sein kann, plattenförmige, pyrenoidfreie Chromatophoren und vor allem auch vier Geißeln.

Ich habe die beiden von Korschikoff genau beschriebenen Arten selber nicht gesehen, dafür aber eine dritte etwas abweichende Art.

Drei Arten:

I. Arten mit Stigma.

1. Zellen sehr groß, bis 100 μ lang; Chromatophor zartnetzig. **Ph. phacoides** 1.
2. Zellen viel kleiner, bis 30 μ lang; Chromatophor längsstreifig. **Ph. striata** 2.

II. Kein Stigma. Chromatophor von Spalten und Rissen unregelmäßig durchsetzt; vorne lappig, manchmal fast scheibchenförmig aufgelöst. **Ph. caeca** 3.

1. **Phyllomonas phacoides** Korschikoff (Fig. 302). Zellen ungemein flach, blattdünn, von der Breitseite verkehrt eiförmig; basal oft schwanzartig verschmälert und stumpf; vorne breit abgerundet und deutlich ausgebissen, manchmal mit etwas unregelmäßigem Umrisse. Membran ungemein zart, anliegend. Geißeln zwei, halbkörperlang. Chromatophor sehr zart, feinetzig, wandständig, oft sehr blaß. Pyrenoide zahlreich,

klein, unregelmäßig verteilt. Ebenso zahlreiche, über den ganzen Protoplasten verteilte kontraktile Vakuolen. Ein Stigma, meist in der Nähe der Schmalkante in halber Höhe, oder etwas höher. Andere Stadien, auch Teilung nicht beobachtet. Bewegung langsam unter Rotation. Wahrscheinlich ist die Zelle der Länge nach leicht schraubig gedreht. Zellen bis 100 μ lang.

Bislang nur aus Rußland (Charkow) in Lachen mit faulendem Wasser. Eine der größten Chlamydomonaden.

2. **Phyllomonas striata** Korschikoff (Fig. 303). Zellen nur ganz jung sehr dünn, später sich deutlich verdickend. Von der Breitseite verkehrt eiförmig, basal verschmälert, stumpflich; vorne



Fig. 302. *Phyllomonas phacoides*. Ausgewachsene und junge Zellen (nach Korschikoff).

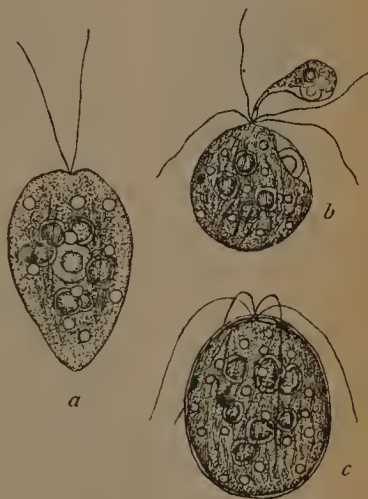


Fig. 303. *Phyllomonas striata*. a vegetative Zelle; b Eibefruchtung; c lang bewegliche Zygote (nach Korschikoff).

abgerundet und in der Mitte ausgerandet. Membran sehr zart, anliegend. Geißeln körperlang. Chromatophor wandständig, meist satter grün als bei *Ph. phacoides*, in seiner Außenfläche deutlich zart längsstreifig, was aber nur an stärkearmen Zellen zu sehen ist. Streifen gegen die Ränder der Zelle deutlicher. Pyrenoide und kontraktile Vakuolen ebenfalls mehrere, doch in Anbetracht der geringeren Zellgröße in geringerer Zahl als bei der vorhergehenden Art. Stigma relativ groß, rundlich, fleckförmig, knapp über halber Zellhöhe. Bildung von 2–4 Tochterzellen, erste Teilung der Länge nach.

Geschlechtliche Fortpflanzung ausgesprochen heterogam (oogam). Weibliche Zoogameten zu zweien bis vierten in einer Zelle gebildet, männliche 16–32–64 in einer Zelle. Weibliche Gameten mit sehr zarter Haut, beweglich, von gleichem Bau wie die vegetative Zelle. Zellkern aber mehr seitlich, fast an der Membran liegend. Männliche Gameten ohne Membran, kugelig bis gestreckt birnförmig (beim Austreten); später

sich aber streckend und die Gestalt typischer Spermatozoiden annehmend. Ihr Chromatophor seitlich. Ein einziges Pyrenoid und zwei sehr lange Geißeln. Die Zygote bekommt eiförmig-ellipsoidische Gestalt und bildet eine zarte, doch deutliche Haut. Sie bleibt viele Tage, bis 20, beweglich, um schließlich in den Dauerzustand überzugehen. Ebenso werden auch in den vegetativen Zellen Dauerstadien gebildet, wobei die

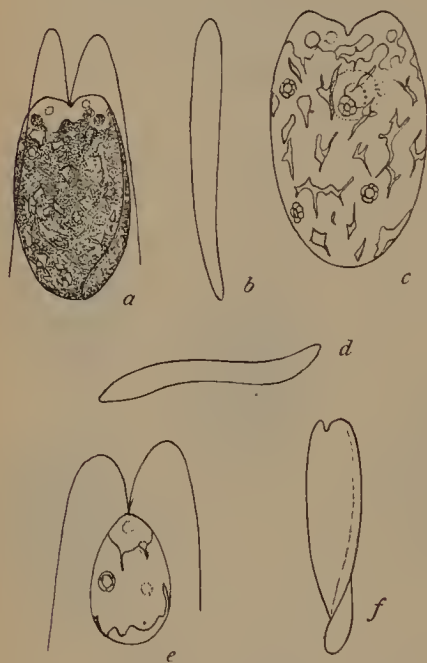


Fig. 304. *Phyllomonas caeca*.
a Breit-, b Schmalseite; d Querschnitt; c Chromatophorenbau; e junge Zelle; f Drehung einer ausgewachsenen Zelle.

Zelle einen runden Querschnitt bekommt und ihre flache Gestalt ganz verliert und dabei sich vergrößert (Aplanosporen). Aplanosporen und Zygo-sporen sind voneinander nicht unterscheidbar. Aus den Zygoten gehen vier nackte Schwärmer hervor, welche erst später die Membran ausbilden und die platte Form annehmen. Vegetative Zellen bis $32\ \mu$ lang. Weibliche Schwärmer $10-20\ \mu$ groß, männliche beim Austreten kaum $5\ \mu$ messend.

Bis jetzt nur aus Wasserbehältern mit faulendem Wasser in Charkow beobachtet. Diese merkwürdige Form erinnert in ihrer extremen Heterogamie an *Chlamydomonas Braunii* und *Chl. coccifera*. Auffallend und bedeutungsvoll ist die lange Beweglichkeit der Zygozoospore. Vergleiche auch die gleichen Verhältnisse bei *Chl. paradoxa*.

3. *Phyllomonas caeca* Pascher (Fig. 304). Nicht vollständig bekannt. Zellen sehr flach, von der Breitseite gestreckt elliptisch, basal breit abgerundet, vorne fast gerade abgestutzt und sehr scharf ausgebissen ausgerandet. Zellen leicht längsschraubig gedreht. Membran sehr zart, nicht abstehend. Geißeln über körperlang. Chromatophor wandständig mit zahlreichen Pyrenoiden, die aber oft sehr undeutlich sind und oft ganz zu fehlen scheinen. Sehr zahlreiche Spalten und Risse, die gegen den Vorderrand größer und unregelmäßiger werden. Einzelne Lappen des Chromatophoren völlig scheibchenförmig isoliert. Wenigstens an den beobachteten Zellen kein Stigma. Kern sehr weit vorne. Kontraktile Vakuolen bis 5 beobachtet, ohne bestimmte Lagerung. Erste Stadien der Teilung nicht gesehen. Die jungen Schwärmer haben oft nur ein Pyrenoid

und einen fast bandförmigen Chromatophoren der nicht selten das Hinterende freiläßt. Sie sind vorne auch nicht ausgerandet. Manchmal nehmen sie aber noch innert der Mutterzelle annähernd ihre definitive Gestalt an. Länge 30–50 μ .

In einem faulenden Wiesengraben in geringer Menge. Krummau (südliches Böhmen) in der Nähe der Mörderteiche.

Gigantochloris Pascher

Ungemein große Monade, mit Breit und Schmalseite. Von der Breitseite breit elliptisch, mit breit abgerundeten Enden, ungefähr $1\frac{1}{2}$ mal so breit als lang, von der Schmal-¹seite gestreckt-ellipsoidisch, bis zweimal so lang als breit. Membran sehr derb, doch nicht geschiebt, sondern im optischen Schnitte fein radiär gestreift. Ohne vordere Papille. Geißeln ungefähr $\frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$ mal so lang als die Zelle; am Vorderende, doch vonein-

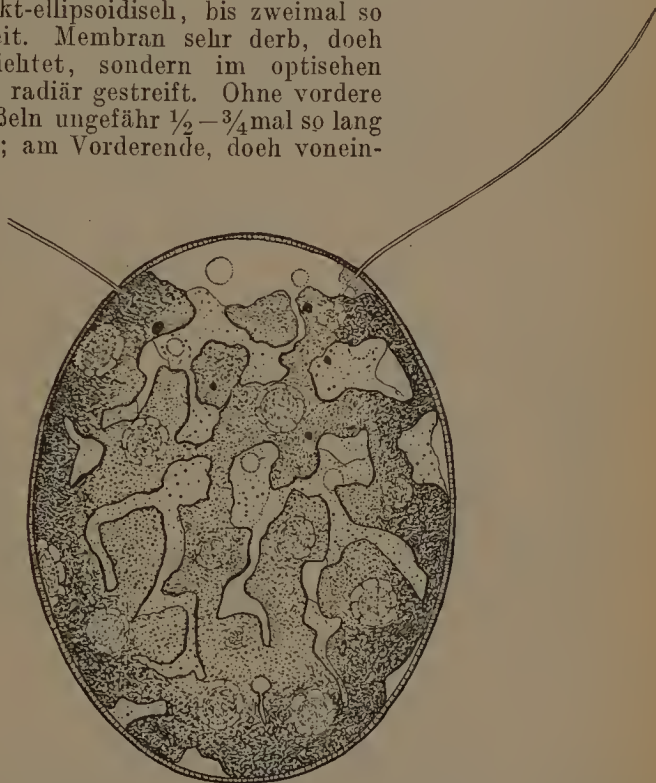


Fig. 305. *Gigantochloris permaxima*.

ander sehr abgerückt inserierend und fast seitlich an den Flanken stehend. Membran deutlich an diesen Stellen durchbrochen. Geißeln selber sehr derb.

Chromatophor im Prinzip topfförmig, sehr weit nach vorne reichend, doch meist mit Löchern und Rissen versehen, die wieder lappig sind und damit sowohl in der Flächenausbildung wie auch in der Dickenentwicklung sehr ungleichmäßig entwickelt. Der Chromatophor dadurch oft förmlich in teilweise noch zusammenhängende Einzelstücke aufgelöst. Das kann soweit gehen, daß unter Um-

ständen die Basalpartie nur sehr schwach oder fast gar nicht mehr entwickelt ist. Ebenso ist der Rand des Chromatophoren sehr ungleichmäßig ausgebildet. Pyrenoide zahlreich, ziemlich unregelmäßig über den Chromatophoren verteilt. Stigma vielleicht oft fehlend; es konnten nur nicht deutlich erkennbare, rotgelbliche Flecken gesehen werden, von denen es aber nicht feststeht, ob es sich um wirkliche Stigmen handelt.

Andere Stadien, auch nicht die Teilung, sexuelle Fortpflanzung, Palmellen und Cysten beobachtet.

Diese riesige Chlamydomonadine, die zu den größten Flagellaten gehört, sie kommt einer ganzen *Eudorina*-Kolonie an Größe gleich, ist entschieden oligo- und sthenotherm. Ich fand sie in den Frühjahrschmelzwässern der auftauenden Moore des südlichen Böhmerwaldes. Sie schließt in ihrer Morphologie gut an andere Formen an; die Beschaffenheit des Chromatophoren mag mit ihrer Größe zusammenhängen. Auffallend ist die weite Abrückung der Geißeln voneinander. Darin aber steht sie nicht alleine. Ganz abgesehen von *Medosuchloris*, bei der die vier Geißeln dadurch voneinander abgerückt sind, daß die Zelle von vorne sehr stark eingedrückt und verbreitert ist, hat *Gloeomonas* Klebs ebenfalls sehr weit voneinander inserierende Geißeln, unterscheidet sich aber von *Gigantochloris* durch ihre zahlreichen, kleinen Chromatophoren. Und auch die unvollständig bekannte *Tetratoma* Bütschli hat eine ähnliche Insertion ihrer vier Geißeln. Bei *Gloeomonas* tritt überdies auch eine Schleimhülle auf.

Gigantochloris permaxima Pascher (Fig. 205). Zellen 70–150 μ lang, 40–80 μ breit und 25–50 μ dick. Bewegung (vielleicht nur unter dem Deckglase) unbeholfen und ziemlich plump, mit Hin- und Herschaukeln. Aus den Schmelzwässern der Torfmoore bei dem Graphitwerke Moritzwerk-Au bei Mugrau im südlichen Böhmerwalde und auch aus der benachbarten Riendleser Au (Au im dortigen Sprachgebrauch immer gleich Torfmoor); zusammen mit den goldgrünen, glänzenden, meist aus Desmidiaceen bestehenden, treibenden Flöckchen, wie sie für die offenen Wasserstellen der Torfmoore im allerersten Frühling charakteristisch sind.

Lobomonas Dangeard

(inkl. *Tylomonas* Korschikoff)

Zellen im allgemeinen ellipsoidisch bis eiförmig oder auch verkehrt eiförmig, oft mit sehr unregelmäßigem Umriss, da die ursprünglich zarte Membran mit der Zeit oft sehr unregelmäßig verteilte, kleinere oder größere, meist sehr ungleiche Warzen ausbildet, die entweder lockerer oder dichter stehen und mehr oder weniger radiär orientiert sind. Zellen im optischen Querschnitt nicht immer ausgesprochen rund, manchmal leicht stumpfig-kantig. Protoplast mit dem typischen Bau der Volvokalzelle: mit im Prinzip topfförmigen Chromatophoren, Pyrenoid und Stigma. Kontraktile Vakuolen zwei oder mehrere, im ersteren Falle vorne, sonst unregelmäßig verteilt.

Vermehrung: Bildung von zwei oder vier Tochterzellen. Diese haben zunächst eine sehr zarte Membran, die sich pseudopodialen

Vorwölbungen der Protoplasten anlegt. Dann zieht sich in diesen Vorwölbungen der Protoplast von der Membran zurück, er hebt sich hier lokal oder ganz ab, wobei gleichzeitig Membransubstanz in die nun entstehenden Räume abgeschieden wird und auf diese Weise die Stabilierung der Membranpapillen und Lappungen zustande kommt.

Die zwischen Protoplast und Membran abgeschiedene Membransubstanz ist allermeistens nicht fest, sondern mehr weich und gallertig und deutlich von der primären äußersten Schicht geschieden. Sie zeigt, soweit ich sehen konnte, keine oder kaum eine deutlichere Schichtung. Sie ist sehr wasserhaltig und entspricht wohl ganz der Gallertsubstanz, die die ebenfalls, zuerst anliegende primäre Membran der Sphaerellaceen abhebt. Über die Form der Gallertabscheidung wissen wir hier genau so wenig wie bei den Sphaerellaceen oder Volvocaceen. Einmal schien es mir, als sei eine kaum merkliche, radiär strahlige Struktur zu sehen.

Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet. Die von Hazen für *Lobomonas pentagonia* angegebene geschlechtliche Fortpflanzung bezieht sich auf die sehr nahe verwandte Gattung *Diplostauron*. Wahrscheinlich sind auch hier die Zoogameten den vegetativen Zellen sehr ähnlich, wahrscheinlich nur zarter behäutet. Die ungemein nahe Verwandtschaft beider Gattungen macht das bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich.

Sehr unvollständig bekannte, in der Artsystematik ganz unklare Gattung, deren feinere Kenntnis wir hauptsächlich Hazen verdanken. Von den Arten sind manche sehr unvollständig beschrieben und daher mit großer Vorsicht aufzunehmen.

Fünf Arten bekannt, die vielleicht teilweise zusammen gehören.

I. Zellen dadurch, daß die Warzen sehr ungleich groß und ungleich verteilt sind, recht unregelmäßig. Membran ohne vordere Papille.

1. Zellen mehr spitz, seltener ausgerandet, nur zwei vorne gelegene kontraktile Vakuolen. **L. Francei** 1.
2. Zellen vorne breit ausgerandet, mit vielen Vakuolen. **L. Bernardinensis** 2.

II. Zellen in ausgebildetem Zustande ziemlich regelmäßig gestaltet und auch ziemlich gleichmäßig mit Warzen bedeckt.

1. Ohne vordere Papille.

a) Warzen relativ groß, höher als breit, Membran nicht sehr weit abstehend. **L. stellata** 3.

b) Warzen breiter als hoch; Membran meist weit, auch vorne abstehend. **L. ampla** 4.

2. Mit vorderer, breit abgestutzter Papille. **L. rostrata** 5.

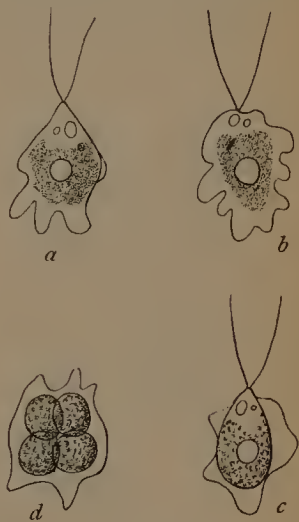


Fig. 306. *Lobomonas Francei*. a, b, c vegetative Zelle; d Teilung (nach Dangeard).

1. **Lobomonas Francei** Dangeard (Fig. 306). Zellen annähernd $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, mit sehr unregelmäßigen, fast „pseudopodialen“ Umrissen; Membranverdickungen sehr ungleich groß und sehr ungleich verteilt, doch das Vorderende freilassend und nahe an den Flanken und an der Basis entwickelt. Protoplast eiförmig, nach den Figuren vorne spitz. Chromatophor topfförmig mit einem basalen Pyrenoide. Stigma im vorderen Drittel gelegen. Ebenso die beiden kontraktile Vakuolen vorne. Länge 10–12 μ . Bislang nur aus Frankreich und aus Rußland bekannt.
2. **Lobomonas Bernardinensis** Chodat (Fig. 307). Zellen nur wenig länger als breit, abgerundet eiförmig, vorne nicht spitz, sondern meist fast ganz abgestutzt und ausgerandet. Warzen

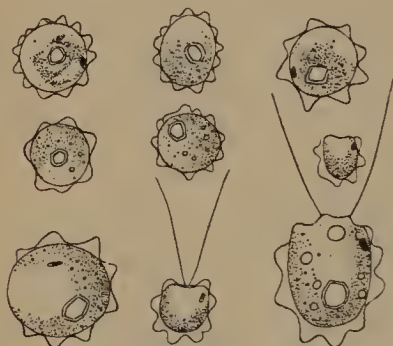


Fig. 307.

Lobomonas bernardinensis
(nach Chodat).

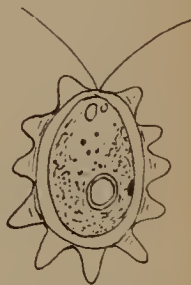


Fig. 308.

Lobomonas stellata
(nach Chodat).

vielleicht gleichmäßiger verteilt als bei der vorigen Art, die Flanken und die Basis bedeckend, das Vorderende freilassend. Geißeln körperlang. Chromatophor topfförmig, mit basalem Pyrenoid. Stigma im vorderen Drittel. Kontraktile Vakuolen mehrere, über die ganzen Protoplasten verteilt. Ruhestadien kugelig und der Protooceanen-Gattung *Trochiscia* sehr ähnlich. Zellen 3–10 μ lang, 2,5–10 μ breit.

Bislang nur aus der Schweiz: Plan des Jupiter.

Möglicherweise zu vorstehender Art gehörig. Es ist nicht ausgeschlossen, daß auch *Lobomonas Francei* mehrere kontraktile Vakuolen hat. Ihre Feststellung ist bei diesen kleinen Organismen sehr schwer und Täuschungen können in diesem wie im anderen Sinne vorkommen.

3. **Lobomonas stellata** Chodat (Fig. 308). Zellen annähernd $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit; schön eiförmig ellipsoidisch regelmäßig mit stumpfen kegelförmigen Warzen bedeckt, die fast bis zum Vorderende reichen und auch gegen das Vorderende kleiner werden. Geißeln kürzer als die Zellen, kaum halb so lang. Chromatophor allein Anseheine nach muldenförmig, mit basalem Pyrenoid und einem unter der Mitte der Zelle gelegenen Stigma. Kontraktile Vakuolen vorne. Länge 6–12 μ .

Bislang nur aus der französischen Schweiz.

Die Abbildung Chodats gibt zwischen den Warzen und den Protoplasten eine mächtig entwickelte Zwischenschicht an, von der nicht klar ist, ob sie dadurch entstanden ist, daß sich zwischen Membran und Protoplasten nur Gallerte einschob oder aber sekundäre Membranschichten. Vielleicht handelt es sich um fixierte Individuen.

4. *Lobomonas ampla* Pascher (Fig. 309). Zellen breit-eiförmig, basal breit abgerundet, vorne abgerundet, stumpf; breit-eiförmig, $1\frac{1}{4}$ — $1\frac{1}{3}$ mal so lang als breit. Membran sehr weit, auch

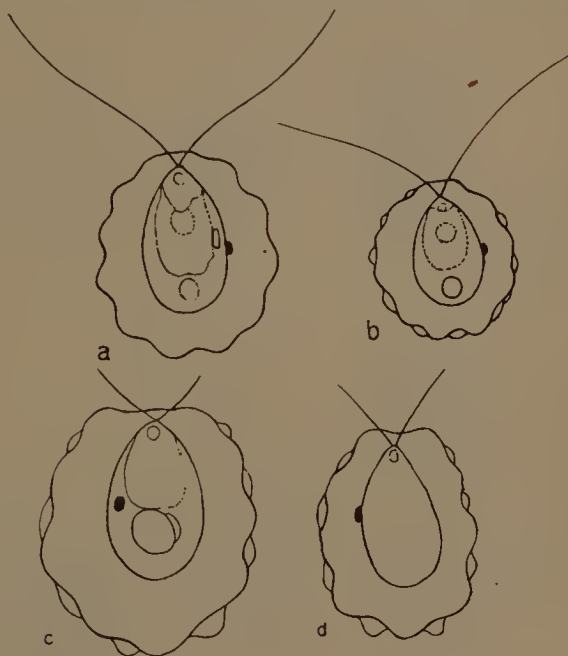


Fig. 309. a—d *Lobomonas ampla* — verschiedene Formen.

vom vorderen Ende abstehend, so daß die beiden Geißeln in Röhrchen die zarte, weiche, gallertige Zwischenschicht, die die äußere Membran vom Protoplasten abhebt, durchsetzen. Warzen stumpf, viel breiter als hoch, nach vorne zu oft verwischt, regelmäßig verteilt, so daß die Zellen von vorne und von rückwärts gesehen, einen sehr regelmäßigen welligen Umriss zeigen (vielleicht 8—10 Warzen auf den Umfang). Protoplast viel kleiner als die Hülle, normal gebaut; mit großen topfförmigen Chromatophoren, die aus dem stark verdicktem Basalstücke besteht, das nicht gegen das Zellinnere vorspritzt und ein großes Pyrenoid hat. Wandstück der Chromatophoren allmählich gegen das Vorderende verdünnt. Stigma äquatorial, deutlich knopfartig vorspringend. Kern vor der Mitte gelegen. Zwei kontraktile Vakuolen. Teilung und andere Stadien nicht beobachtet. Länge 15—22(—39) μ .

Bislang nur aus Lunz. In Kursmaterial, das aus einem Almtümpel stammte mit Eugleninen, *Pteromonas* u. a. leicht sapropelischen Protisten.

Die Art steht der Chodatschen *Lobomonas stellata* nahe, ist aber viel größer und hat viel flachere Warzen und außerdem einen anderen Geißelansatz.

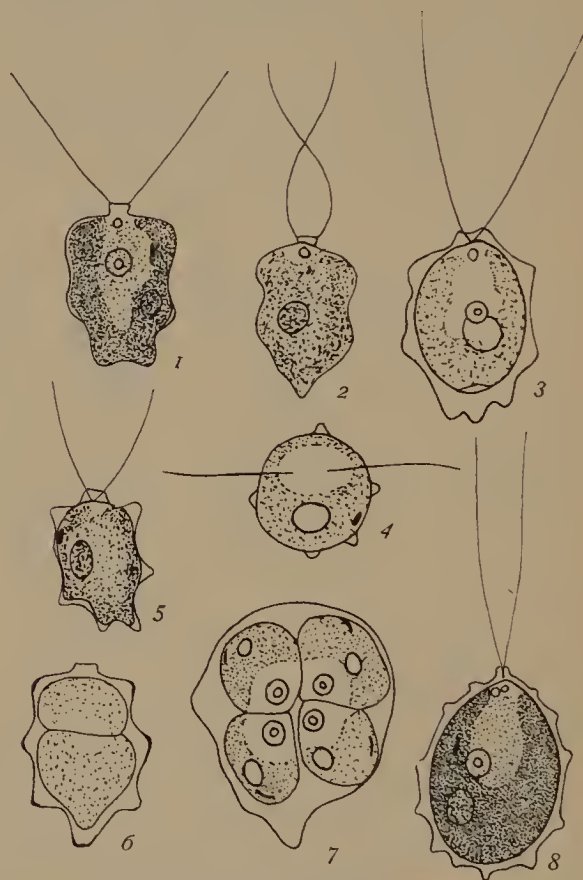


Fig. 310. *Lobomonas rostrata*. 1, 2 relativ junge Zellen; 3, 4, 5 ausgewachsene Zellen mit derben Membranwarzen; 6 Zelle von vorne; 7, 8 Teilungsstadien (nach Hazen).

Eine Schichtung der Membransubstanz, wie sie Chodat für seine *L. stellata* zeigte, war nicht zu sehen. Es handelte sich um eine gleichmäßige, sehr zarte Gallerte, die bei Alkoholzusatz unter Umständen stark schrumpfte und dann deutlich die äußere, stärkere Haut erkennen ließ.

5. *Lobomonas rostrata* Hazen (*Tylomonas irregularis* Korschikoff(?)) (Fig. 310). Zellen verkehrt ei- bis birnförmig, seltener elliptisch, Membran im ausgewachsenen Zustand mit derben, unregelmäßig verteilten, breiten, kegelförmigen und stumpfen Warzen versehen. Protoplast dann meist annähernd ellipsoidisch.

Junge Zellen mit zarter Membran; Protoplast dann mit mehr oder weniger welligen Konturen, aus denen sich später die Membranverdickungen differenzieren. Vorne ein breite oft scharf abgesetzte, wagrecht abgestutzte Warze, die oft leicht ausgerandet ist. Geißeln etwas über körperlang. Chromatophor muldenförmig, bis zur Papille reichend. Pyrenoid meist etwas seitlich und in der unteren Zellhälfte.

Kern annähernd zentral oder etwas seitlich und mehr basal. Stigma kurz strichförmig, im vorderen Drittel. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Zellen sich mehr im unbeweglichen Zustande teilend. Querteilung. Bildung von 2—4—8 Tochterzellen. Zoogameten nicht beobachtet. Länge der Zellen 5—12 μ , Breite 4—8 μ . Bislang aus England, in Regenwasserpflanzen.

Aus Straßengräben mit verunreinigtem Wasser um Ischl (Oberösterreich).

Steht der *Lobomonas Françei* sehr nahe. Unterscheidet sich aber durch die vordere breite Membranpapille und das seitliche Pyrenoid. Inwieweit die Unterschiede und die allgemeine Form der Zelle konstant sind und inwieweit bei *Lobomonas rostrata* die Form der Zelle bei der Teilung erhalten bleibt, bei *L. Françei* verloren geht, scheint mir sehr unsicher. Dangeards Figuren von *Lobomonas Françei* geben wohl nicht alle Stadien wieder.

Korschikoffs *Lobomonas denticulata* ist allem Anscheine nach identisch mit *Lobomonas rostrata*. Korschikoff beschrieb als *Tylomonas* (*Tylomonas irregularis*) wahrscheinlich junge Stadien von *Lobomonas rostrata* Hazen. Dies ist um so wahrscheinlicher als bei *Lobomonas* die jungen Zellen ihre definitive Membranausbildung und damit die warzenartigen Verdickungen oft spät entwickeln, ja wie ich sehen konnte, sich auch oft in noch unvollständig ausgebildeten Stadien teilen können, so daß bei ihnen tatsächlich der Eindruck einer selbständigen Form erreicht werden kann.

Diplostauron Korschikoff

(*Lobomonas* pro parte im Sinne Hazens).

Zellen stumpf vierkantig prismatisch, Kanten der Länge nach so gedreht, daß die beiden Enden um 45° gegeneinander stehen, so daß in der optischen Ansicht immer eine Vorderecke mit einer Hinterecke alterniert; Basalende leicht ausgerandet; Zelle vorn kurz kegelig verschmälert, dadurch die Zelle im optischen Längsschnitte gestreckt fünfeckig. Längsfläche leicht eingedrückt. Membran an jungen Zellen dünn, an älteren Zellen an den Enden abgerundet; an den Enden der stumpfen Längskanten wie auch am Vorderende stark, fast warzenartig verdickt, sonst relativ dünn. Geißeln durch zwei Poren des Vorderendes austretend. Protoplast die Membran meist ganz ausfüllend, vom typischen Bau der Chlamydomonaden bis zu den Protoplasten. Chromatophor im Prinzip topfförmig oder einseitig. Pyrenoid meist etwas seitlich stehend. Stigma vorhanden. Zwei vorne gelegene kontraktile Vakuolen. Vermeh-

rung nach Drehung der Protoplasten: Querteilung unter Bildung von 2—4 Schwärmern, die meist bereits in der Mutterzelle zur normalen Form heranwachsen. Zoogameten zu vieren gebildet, von den vegetativen Schwärmern nicht verschieden; behäutet. Bei der Kopulation streift zuerst die eine, dann die andere die Membran ab. Reife Zygoten fein warzig.

Diese Gattung steht *Lobomonas* sehr nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch die regelmäßige und vierkantige Gestalt; hat jedoch mit ihr die Bildung der Membranwarzen gemeinsam. Tatsächlich hat Hazen die eine Form auch als *Lobomonas* beschrieben.

Eine anscheinend relativ seltene, bislang wenig beobachtete Gattung mit den zwei Arten:

Chromatophor topfförmig, Stigma strichförmig. **D. pentagonium** 1.
Chromatophor in der Form einer dicken einseitigen Platte, Stigma
mehr fleckförmig. **D. angulosum** 2.

1. **Diplostauron pentagonium** Pascher (*Lobomonas pentagonia* Hazen) (Fig. 311). Zellen im optischen Längsschnitte gestreckt fünfeckig mit ein wenig eingebogenen Seiten. Geißeln kaum körperlang. Chromatophor topfförmig, sehr weit nach vorne

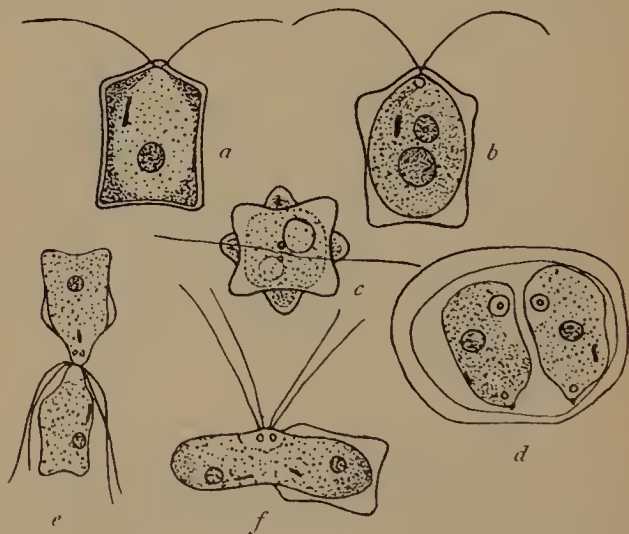


Fig. 311. *Diplostauron pentagonium*. a, b Zellen von der Längsseite; c von vorne; d Teilung; e, f Gametenkopulation (nach Hazen).

reichend. Pyrenoid basal, meist etwas außer der Achse gelegen. Stigma im vorderen Drittel der Zelle, deutlich schmal strichförmig. Kern mehr in der Mitte der Zelle. Zellen 10—13 μ lang und 9—10 μ breit. Bis jetzt nur aus England bekannt.

2. **Diplostauron angulosum** Korschikoff (Fig. 312). Zellen an den Seiten (nach den Figuren) viel mehr eingebogen. Geißeln fast zweimal körperlang; Chromatophor in der Form einer sehr dicken, seitlich stehenden Platte, die eine Längsseite der Zelle ganz freilassend. Pyrenoid in halber Höhe. Stigma in halber

Höhe, fleckförmig. Kern seitlich, fast basal. Querteilung, zwei Tochterzellen gebend. Zygote mit kleinwarziger Membran. Zellen ca. 12 μ lang.

Rußland: Charkow in Sumpflöchern. Sehr selten.

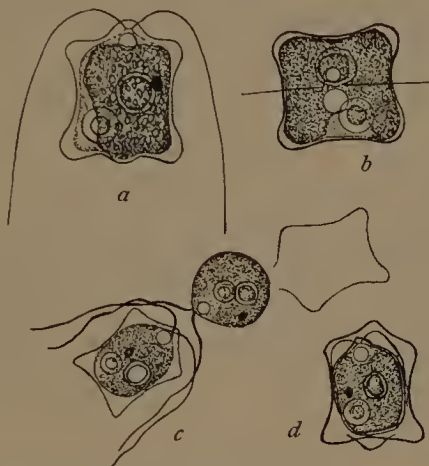


Fig. 312. *Diplostauron angulosum*. a vegetative Zelle von der Seite; b von vorne; c Drehung der Protoplasten um 180°, innerhalb der Membran; d Kopulation der Gameten (nach Korschikoff).

Brachiomonas Bohlin

Zellen annähernd etwa in der Mitte mit vier radiär ausstrahlenden Auswüchsen versehen, die bei manchen Formen relativ klein, bei anderen aber armartig und lang sind, dabei sich gegen das spitze Ende verschmälern, wagrecht abstehen oder deutlich nach rückwärts gebogen sind. Dabei ist die Zelle selber nach rückwärts in einen mehr oder weniger spitz kegelförmigen Schwanzteil verschmälert, während die Zelle vorne stumpf bis abgerundet stumpf, oft sogar breit abgerundet ist. Die Membran ist meist zart und im langen Basalende wie auch in den Enden der vier Arme vom Protoplasten abgehoben, so daß die Enden der Fortsätze meist nur von der ausgezogenen Membran gebildet werden. Geißeln zwei. Chromatophor topfförmig, bei den Formen mit längeren Armen deutlich mit Ausbeulungen in die Basis dieser Arme hinein ragend, sehr weit nach vorne reichend, mit oder ohne Augenfleck; Pyrenoid eines; basal, doch meist etwas seitlich gelagert. Kontraktile Vakuolen bei den marinen oder Brackwasservorkommen fehlend.

Vermehrung durch Längsteilung; meist vier Tochterzellen, die bereits innerhalb der Mutterzelle ihre definitive Form annehmen. Geschlechtliche Fortpflanzung beobachtet, Gameten bis zu 32 gebildet, untereinander nicht ganz gleich, doch keine ausgesprochene Heterogamie, mehr Isogamie, nackt (ob bei allen Arten?) eine kugelige mit fester Membran versehene Zygosporie bildend. Zygozoospore oft längere Zeit beweglich.

Meeres- und Brackwasser-Gattung, die aber weitgehende Aus-süßung verträgt, so daß die Arten im Küstengebiete in fast süßes

Wasser übertreten können. Die Gattung ist sicher reicher gegliedert; die bis jetzt beschriebenen Arten in ihrer Umgrenzung nicht ganz sicher.

Die Gattung sieht der Süßwasserchlamydomonadine *Chlorobrachis* sehr ähnlich, die ebenfalls vier radspeichenartig ausstrahlende aber stumpfe Arme hat. *Chlorobrachis* hat aber vier und nicht zwei Geißeln wie *Brachiomonas*.

Vier Arten:

- I. Arme sehr kurz, kaum angedeutet; Zellen vorne oft nur stumpf vierkantig. **B. simplex** 1.
- II. Arme deutlich.
 1. Zellen mit deutlicher Membranpapille.
 - A. Arme mehr schnabelartig, plump. **B. submarina** 2.
 - B. Arme sehr schlank, oft fast wagerecht abstehend, Umriß des Vorderendes fast gerade oder sanft gekrümmt. **B. gracilis** 3.
 2. Zellen ohne Papille; Arme schlank, deutlich, stark nach rückwärts gekrümmt; Umriß des Vorderendes fast rechtwinklig. **B. Westiana** 4.

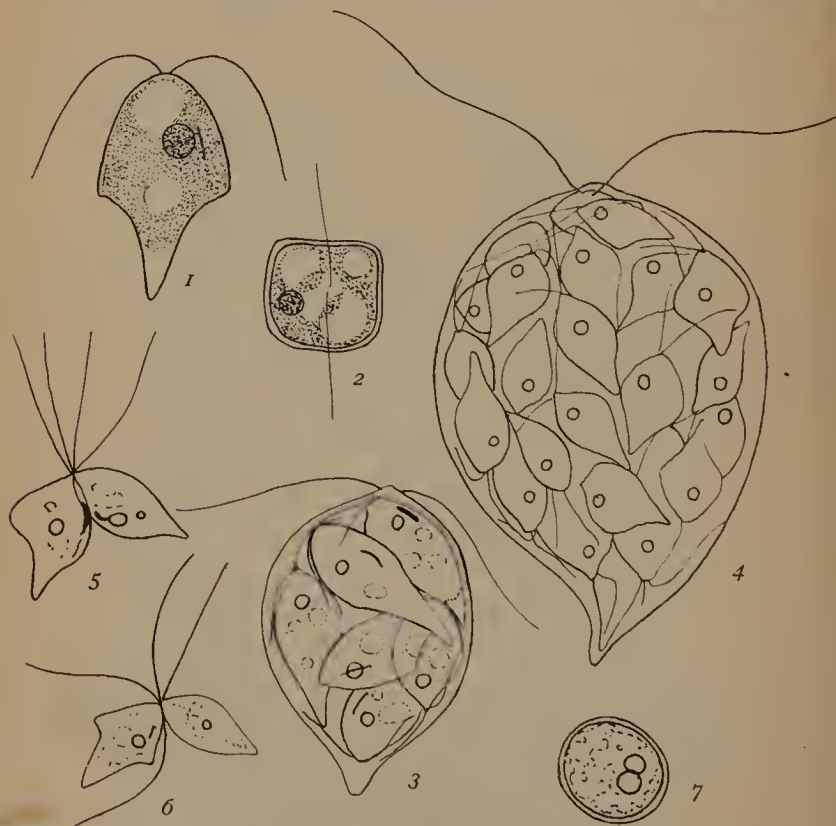


Fig. 313. *Brachiomonas simplex*. 1 Zelle von der Seite; 2 von vorne; 3 vegetative Teilung; 4 Gametenbildung; 5, 6 Kopulation der Gameten; 7 Zygote (nach Hazen).

1. **Brachiomonas simplex** Hazen (Fig. 313). Zellen von der Seite gesehen mehr oder weniger eirund, doch annähernd aus der Mitte scharf bogig schwanzartig nach hinten zusammengezogen und so meist deutlich beidseits stumpfeckig. In Wirklichkeit (speziell von vorne gesehen) deutlich vierkantig, seltener fast rund und an den Kanten sich nach hinten verbreiternd, um dann plötzlich zusammengezogen zu werden. Membran deutlich doch zart, ohne vordere Papille. Geißeln annähernd um ein Viertel kürzer als die Zelle. Protoplast in das schwanzartige Hinterende nur leicht hineinragend, es nicht ausfüllend. Chromatophor stumpf vierkantig, topfförmig, oft etwas diffus und manchmal sehr blaß gefärbt. Ein seitliches Pyrenoid und ein im vorderen Viertel gelegenes, lang strichförmiges Stigma. Vermehrung durch 4–8 Schwärmer. Zoogameten bis zu 32 gebildet, annähernd von der Form der Mutterzelle, anscheinend nackt, mit relativ langen Geißeln. Zygoten kugelig. Daneben wurden auch Aplano-sporen beobachtet, die sich mit der Zeit gelb färbten. Zellen 30–48 μ lang, 18–24 μ breit. Zoogameten 13–15 μ lang, 6–8 μ breit.

Aus Norwegen (Aalesund), England, Holstein beobachtet. Verträgt, wie ich sah, sehr große Konzentrationsschwankungen und geht auch in fast süßes Wasser über.

2. **Brachiomonas submarina** Bohlin (Fig. 314). Vorderende mit Papille. Arme kurz, mit schnabelartig gekrümmter Vorderkante

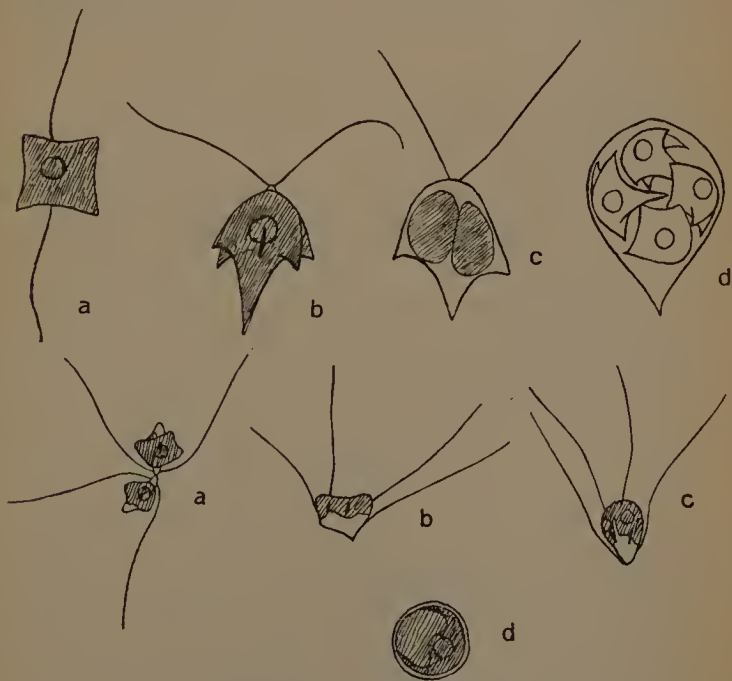


Fig. 314. *Brachiomonas submarina*. *a* Zelle von vorne; *b* von der Seite; *c*, *d* Teilung; *a*, *b*, *c* (untere Reihe) Gametenkopulation; *d* Zygote (nach Bohlin).

und kurzer Hinterkante; nach rückwärts gerichtet. Zellen von vorne gesehen, an den vier Kanten nur mit kurzen kreuzförmig stehenden Fortsätzen. Umriß des Vorderendes der Zelle fast halbkreisförmig. 20–24 μ lang, 15–18 μ breit.

Wie die vorige gefunden.

fa. *obtusa* Hazen, hat stumpfe Seitenhörner und auch das Schwanzende ist stumpf. Der Chromatophor füllt den Basalteil oft ganz aus. Länge 15–32 μ , Breite 15–22 μ . — Bislang nur aus Nordamerika (New-York: Twin-Island, in Brackwasser).

3. **Brachiomonas gracilis** Bohlin (Fig. 315). Sehr schlanke Form, Vorderende mit Papille. Zelle mit schmalem, spitzen Basalfortsatz; Arme fast normal zur Längsrichtung der Monade ausstrahlen.



Fig. 315. *Brachiomonas gracilis*. a, b, c Zellen von der Seite; d von vorne; e Teilung (nach Bohlin).

lend, sehr lang und spitz, Umriß des Vorderendes der Monade nur sehr schwach gebogen, fast gerade. Von vorne betrachtet bilden die vier Arme ein ziemlich langarmiges Kreuz. 18–23 μ lang, 15–18 μ breit.

Bis jetzt nur aus den Schären um Stockholm; in seichten Felsvertiefungen, die neben Süßwasser auch Seewasser bekommen, dadurch, daß das Meerwasser hereingespült wird.

4. **Brachiomonas Westiana** Pascher (*Brachiomonas submarina* im Sinne von West) (Fig. 316). Membran ohne Papille, Arme schlank und lang, nach rückwärts gerichtet; Zellen von vorne gesehen deutlich kreuzförmig, mit viel längeren Ausziehungen der Ecken; Umriß des Vorderendes der Zelle fast rechtwinklig (mit dem Scheitel des rechten Winkels an der Geißelbasis). Länge 15–24 μ , Breite (einschließlich der Hörner) 13–25 μ .

Bis jetzt aus Brackwasser bei Sheerness in England. Die von mir an der Ostseeküste geschenen Formen standen dieser Westschen Form sehr nahe.

Vielleicht wird ein genaues Studium eine andere Charakterisierung der Arten erlauben.

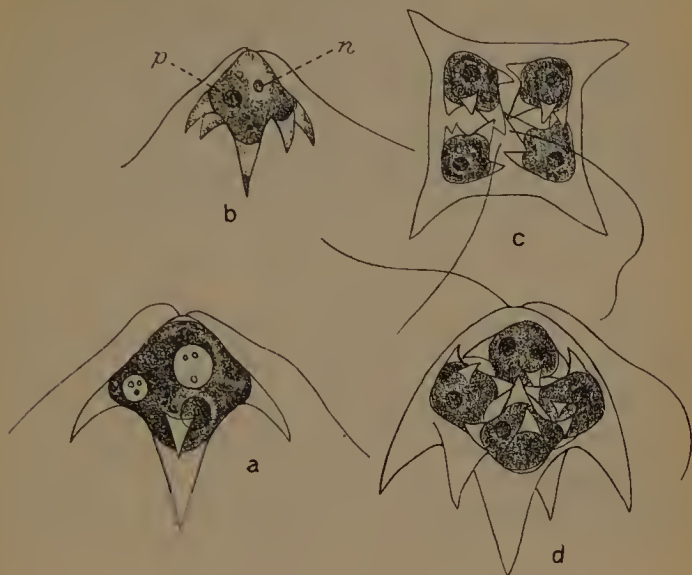


Fig. 316. *Brachiomonas Westiana*. a, b Zelle von der Seite; c Teilungsstadium von vorne; d von der Seite (nach West).

Chlorobrachis Korschikoff

Ausgewachsene Zellen etwas über der Mitte mit vier gleich großen, radiär ausstrahlenden, um 90° voneinander abstehenden, sehr stumpfen, annähernd normal zur Längsachse stehenden, armartigen Fortsätzen versehen. Von diesen Fortsätzen abgesehen ist die Zelle gestreckt spindelförmig, nach vorne verschmälert und fast abgestutzt-stumpf, basal aber lang und spitz schwanzartig ausgezogen. Membran sehr zart, basal sehr, an den Enden der vier Arme nur wenig abgehoben; vorne ohne Papille. Die vier Geißeln körperlang, zwischen den vier Armen nach rückwärts geschlagen. Chromatophor groß und topfförmig, mit kurzen Ausbeulungen in die Arme hineinreichend, die Zelle bis in das schmale Vorderende auskleidend, glatt. Kein Pyrenoid. Stigma mehr basal, am Grunde eines der vier in die Arme hineinragenden Ausbeulungen, scheibchenförmig. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung nicht beobachtet, dagegen jüngere Individuen, die gestreckt spindelförmig waren und die vier armartigen Auswüchse erst zu entwickeln begannen. Aplanosporen, innerhalb der Membran gebildet, beobachtet. Bislang nur eine Art beschrieben.

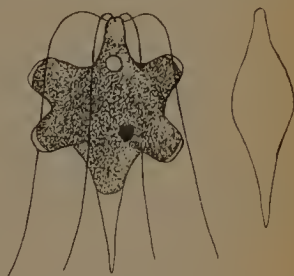


Fig. 317. *Chlorobrachis gracillima* (nach Korschikoff).

Chlorobrachis gracillima Korschikoff (Fig. 317) mit dem Charakteren der Gattung. Zellen bis $28\ \mu$ lang. In Bassins mit faulenden Wasser in Charkow (Rußland) beobachtet.

Die merkwürdige Gattung sieht einer *Brachiomonas* sehr ähnlich hat aber im Gegensatze zu dieser vier und nicht zwei Geißeln, außerdem hat *Brachiomonas* ein Pyrenoid und spitze und nicht breit abgestumpfte Arme. Die Gattung sieht auch dem legendären nur von Schmidle im Süßwasser wieder beobachteten *Chloraster* sehr ähnlich. Nur soll *Chloraster* fünf Geißeln und ein Pyrenoid haben. Möglicherweise lag Ehrenberg wie Schmidle *Chlorobrachis* vor.

Anhang.

Die Gattung *Tetratoma* Bütschli (wie *Carteria* gebaut, die vier Geißeln aber nicht aus einem Punkte sondern in vier getrennten Stellen, die meist sehr weit auseinanderliegen und von denen jede hyalin ist, inserierend, Zelle ellipsoidisch; Augenfleck weit nach hinten gerückt) ist als völlig unsicher zu streichen. Die Gattung wurde nach einer von Carter unvollständig beschriebenen Chlamydomonacee aufgestellt. Es handelt sich allem Anscheine nach um eine Form, die wie *Gloeomonas* beschaffen war, aber statt zwei vier Geißeln hatte.

Coccomonadineae

Die grünen bis blassen Zellen von einer oft derben, spröden, mit Kalkeinlagerungen versehenen Schale umgeben, die vorne nur ein Loch, aus der die Spitze der Membranpapille des Protoplasten mehr oder weniger herausieht oder die zwei feine, vorne ein wenig seitlich stehende Löcher hat, durch die je eine Geißel austritt. Schale oft braun gefärbt. Zellbau wie bei den Chlamydomonaden.

Wenig bekannte Gruppe, von der wir speziell über geschlechtliche Fortpflanzung und auch andere Stadien nichts wissen und die noch sehr wenig beobachtet wurde. Sie entspricht völlig den Trachelomonaden unter den Eugleninen und den Chrysococcen unter den Chrysomonaden, ist aber immer leicht durch die Beschaffenheit des Chromatophoren, die echte Stärke und den ganzen typischen Chlamydomonadenprotoplasten zu erkennen.

Die Reihe steht unter den Chlamydomonadaceen nicht unvermittelt da, denn unter *Chlamydomonas* wie unter *Carteria* gibt es Formen mit derben Hüllen, die aus verstärkten Membranen entstanden sind. Apochromatische allerdings unsichere Nebenreihe siehe unter den Polytomeen unter *Chlamydolepharis*.

Bis jetzt bekannte Gattungen:

1. Zellen mit zwei Geißeln, Schalen einfach ellipsoidisch.

A. Schale mit einer einzigen apikalen Geißelöffnung.

Coccomonas S. 350.

B. Schale mit zwei getrennten feinen Geißelöffnungen.

Dysmorphococcus S. 352.

2. Zellen mit vier Geißeln, Schale kompliziert, flach gedrückt.

Pedinopera S. 349¹⁾.

1) Ist bei vier Geißeln die Schale nur wenig flach gedrückt und nicht kompliziert gebaut, so vergleiche im Nachtrage S. 472 die neue Gattung *Fortiella*.

Pedinopera Pascher

(*Carteria* pro parte, sensu Playfair)

Protoplast in einer weitabstehenden, starren Hülle¹⁾ lebend, die dorsiventral abgeplattet ist, so daß deutlich eine Breit- und eine Schmalseite zu unterscheiden ist. Hülle, wenigstens an den bis jetzt bekannten Arten, skulpturiert, mit Längsleisten oder Warzen versehen. Durch Einlagerung von Eisenoxydhydrat gelblich bis braun verfärbt. Protoplast ebenfalls zusammengedrückt, also ebenfalls mit Breit- und Schmalseite, sonst aber mit dem typischen Baue des Volvokalenprotoplasten, also mit dem üblichen topfförmigen Chromatophoren, mit oder ohne Augenfleck. Anscheinend ohne Pyrenoid. Vier Geißeln.

Über die Vermehrung, geschlechtliche Fortpflanzung liegen keine Angaben vor; ebenso wenig über Ruhestadien.

Die Gattung entspricht ungefähr einer *Coccomonas*, die ebenfalls mehr oder weniger weit abstehende Hüllen hat, vielleicht auch *Pteromonas*. Es ist nicht ganz ausgemacht, daß die Schale bei *Pedinopera* nur aus einem Stücke besteht.

Pedinopera wurde bis jetzt nur in Australien gefunden. Da es sich um relativ große und dabei sehr auffallende Formen handelt, wäre es auffallend, daß sie noch nicht bei uns beobachtet wurde.

Bis jetzt zwei Arten bekannt:

Schale von der Breitseite aus gesehen, nach rückwärts verbreitert, mit wulstigen Längsstreifen versehen. **P. rugulosa** 1.

Schale ohne solche Längsstreifen, von der Breitseite aus mehr kreisrund. **P. granulosa** 2.

1. **Pedinopera rugulosa** Pascher (*Carteria rugulosa* Playfair) (Fig. 318a). Hülle sehr zusammengedrückt, sehr weit abstehend, von der Breitseite aus gesehen, sehr nach rückwärts verbreitert, bis fast $1\frac{3}{4}$ mal so lang als breit, doch auch etwas breiter als lang. Im Umriss breit eiförmig bis nierenförmig und im letzteren Falle rückwärts oft eckig und vorne ausgerandet. Von vorne gesehen elliptisch. Hülle mit zwölf, der Länge nach verlaufenden derben Längswülsten versehen, welche vorne beginnen und bogig zum Hinterende verlaufen und mit einer Längsreihe von Warzen versehen sind. Protoplast von der Breitseite fast kugelig bis eiförmig, viel kleiner als die Hülle. Chromatophor sehr kräftig, topfförmig, fast hohlkugelig, ohne Pyrenoid, doch sehr weit nach vorne greifend. Augenfleck in der vorderen Hälfte. Geißeln länger als die Hülle. Länge (samt der Hülle) 17–30 μ , Breite 23 μ , Dicke 17 μ .

Bis jetzt nur aus Australien: Lismore.

Die Art ist sehr variabel, ich verweise auf die beigegebenen Figuren. Playfair unterscheidet mehrere Varietäten, z. B.: var. *angulata*. Hüllen annähernd nierenförmig, durch die fast geraden Seitenkanten stumpf eckig.

1) Die chemische Beschaffenheit der Hülle ist nicht bekannt, auch nicht ob in die Schale Kalk eingelagert wird.

2. *Pedinopera granulosa* Pascher (*Carteria granulosa* Playfair)
(Fig. 318 e, f). Hülle von der Breitseite aus fast kreisrund,
von der Schmalseite aus gestreckt elliptisch in der vorderen

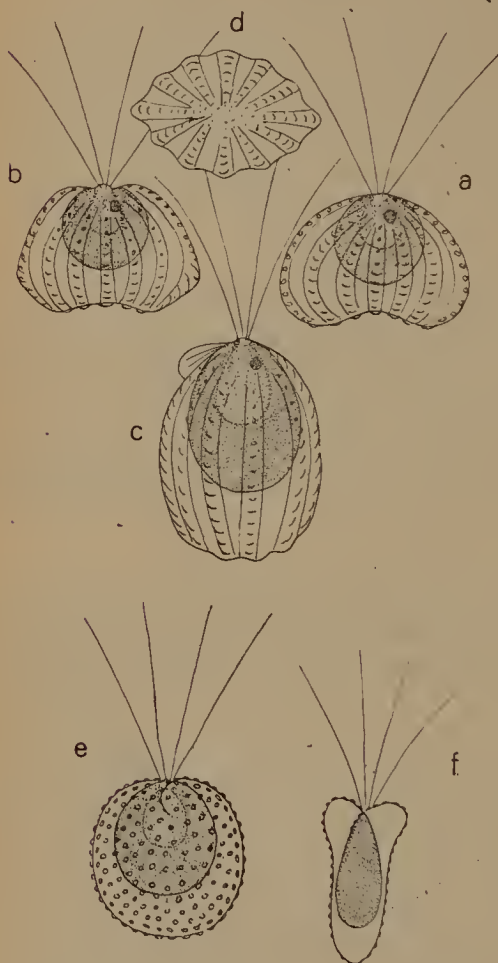


Fig. 318. *Pedinopera*. a—d *rugulosa*; a, b, c verschiedene Formen von der Breitseite; d von vorne; e, f *P. granulosa*; e von der Breit-; f von der Schmalseite (nach Playfair).

Hälfte beidseits und symmetrisch verbreitert und stumpf nach vorne gezogen, ohne Längswülste, aber gleichmäßig locker, körnig-warzig. Die beiden vorderen Auswölbungen der Hülle scheinen wechselseitig leicht über die Mediane der Breitseite hinüberzugreifen und auf diese Weise eine Drehsymmetrie zu verursachen. Die Vorwölbungen verlieren sich aber gegen das Hinterende. Von der Schmalseite aus gesehen, ist die Hülle deutlich ausgerandet; in der Breitseite ist diese Ausrandung nur angedeutet. Hülle meist braun. Protoplast von der Breitseite fast kreisrund, von der Schmalseite aus sehr gestreckt eiförmig. Chromatophor sehr massiv, topfförmig-hohlkugelig. Pyrenoid und Augenfleck fehlen. Geißeln so lang wie die Hülle.

Länge 31 μ , Breite 29 μ , Dicke 10 μ , immer mit der Hülle.

Aus Australien (Lismore).

Die Beschreibung dieser letzten Art ist nicht vollständig, da nichts über die Vorderansicht der Hülle angegeben ist.

Coccomonas Stein

Protoplasten in einem abstehenden oder fast anliegenden, derben, spröden, kalkinkrustierten, aus einem Stücke bestehenden Gehäuse lebend, das vorne nur eine einzige Öffnung für die beiden annähernd

körperlangen Geißeln frei läßt. Schalen hell oder durch Eisenoxydhydrateinlagerungen braun bis fast undurchsichtig schwarz gefärbt. Protoplast vom typischen Bau: meist eiförmig mit einer kleinen Papille in die Öffnung der Schale ragend, ein großer Chromatophor¹⁾, mit der normalen Topfform und basalem Pyrenoide; Stigma in der vorderen Hälfte, ebenso vorne die kontraktile Vakuolen. Lage des Kerns nicht angegeben. Vermehrung durch Längsteilung, vier Tochterzellen bildend, die bereits innerhalb des Muttergehäuses ihre eigenen Gehäuse ausbilden und durch Aufreißen der Schale in zwei annähernd gleiche, mit zackigen Bruchrändern versehene Hälften frei werden. Andere Stadien nicht bekannt.

Wenig beobachtete Gattung, die große Ähnlichkeit mit der Chrysomonade *Chrysococcus* und der Euglenine *Trachelomonas* aufweist, so daß leere Gehäuse keinen Anhaltspunkt geben für die Zugehörigkeit. Von *Trachelomonas* durch die beiden Geißeln ebenso wie von *Chrysococcus*, außerdem durch den anderen Chromatophoren und das basale Pyrenoid leicht zu unterscheiden.

Die Gattung ist sehr unvollkommen bekannt und nie richtig studiert worden. Ich glaube aber, daß sie immer verwechselt und verkannt wird. Die Variabilität der Schalen ist sehr groß.

Bislang eine einzige sichere Art (wahrscheinl. Sammelart):

***Coccomonas orbicularis* Stein** (Fig. 319). Schalen besonders basal meistens weit abstehend, eiförmig, fast kugelig bis fast ungleichmäßig walzlich an den Enden abgerundet bis speziell am Vorderende verschmälert abgerundet oder stumpf. Protoplast mit derbem, sehr weit nach vorne reichenden Chromatophoren, der in seiner basalen Verdickung das Pyrenoid hat. Stigma in der vorderen Hälfte. Geißeln nicht ganz so lang als das Gehäuse oder es gerade darin an Länge erreichend. Vermehrung durch vier Tochterzellen. Gehäuse 18–25 μ lang (nach den Figuren von Stein).

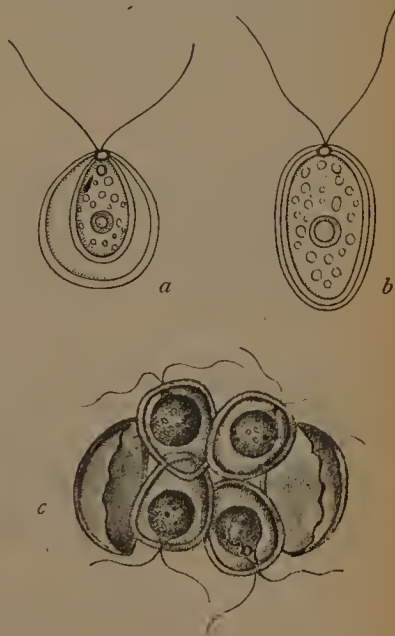


Fig. 319. *Coccomonas orbicularis*. a, b zwei verschiedene (vielleicht nicht zusammengehörige) Formen; c Teilungsstadium (nach Stein).

1) Der Chromatophor scheint bei sehr dunklen Schalen oft fast zu fehlen. Es handelt sich dabei, soweit ich sah, nur um eine weitgehende Rückbildung des Chlorophylls. Ähnliches ist auch bei andern schalentragenden, Chromatophoren führenden Flagellaten der Fall.

Coccomonas scheint mit anderen Chlamydomonadaceen leicht saprobisch zu sein. Die wenigen Male, die ich sie sehen konnte, zeigten immer die gleiche Gesellschaft. Die Gattung ist

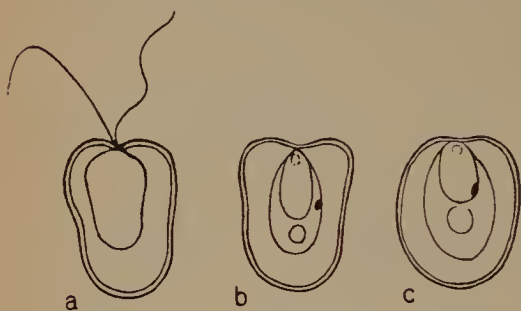


Fig. 319a. *Coccomonas orbicularis*? — drei in ihrer Schalenform verschiedene Individuen. Diese Formenreihe reicht hauptsächlich durch das breite, leicht ausgerandete Vorderende der Schale von der *Coccomonas orbicularis* Steins ab.

immer leicht ausgerandet und dabei oft ziemlich unregelmäßig sind, mit den eiförmigen, vorne abgerundeten oder nur stumpfen Formen, die Stein abbildet und die auch sonst zu sehen sind, zusammengehören, ist unklar. Soweit ich sah, gehören sie nicht zusammen, ich sah aber von beiden zu wenig. Ich gebe von ersterer Abbildungen, die mir vom planktologischen Kurse Lunz 1926 zur Verfügung gestellt wurden.

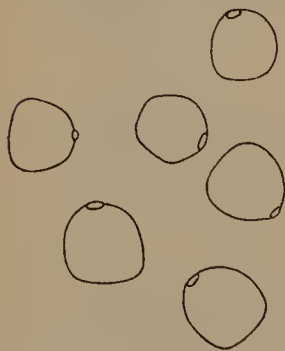


Fig. 320. *Coccomonas subtriangularis* (nach Naumann).

Von Lemmermann wurde nach schwedischem Materiale noch beschrieben *Coccomonas subtriangularis* (Fig. 320). Gehäuse mit fast flachem Boden nach vorne bogig dreieckig bis fast halbkreisförmig zusammengezogen, daher im Umriß aus gerader Kante fast bogig drei, oder bei scharf abgesetzter Verschmälerung fast fünfeckig. Protoplast nicht beschrieben. Schalen so hoch wie breit, 13–15 μ .

Aus den Teichen bei Aneboda (Naumann).

Die Figuren verdanke ich den Vorlagen des Herrn Dr. Naumann.

Dysmorphococcus Takeda

Protoplast in einer meist weit abstehenden, leicht zusammengedrückten Schale lebend, die derb, keinen Kalk noch Silicium haben soll, meist braun und zerbrechlich ist. Die Schale ist bis auf zwei kleine, seitlich an der Spitze stehende, schräge Löcher,

durch die die beiden annähernd körperlangen Geißeln durchtreten, geschlossen. Protoplast meist viel kleiner als die Schale, mehr oder weniger birnförmig, basal breit abgerundet, vorne zu einer kleinen hyalinen Plasmapipe verschmälert, von der die beiden Geißeln ausgehen. Chromatophor groß und topfförmig mit einem oder mehreren Pyrenoiden. Kern mehr in der vorderen Hälfte. Stigma vorhanden. Von anderen Stadien nur Teilung und Aplanosporenbildung beobachtet.

Steht der *Coccomonas* nahe, unterscheidet sich aber von dieser durch den Umstand, daß hier in der sonst geschlossenen Schale für jede der beiden Geißeln eine eigene Öffnung vorhanden ist, während bei *Coccomonas* vorne ein einziges, größeres Loch ist, in welches die Protoplastmapapille zum Teil eintritt. Der gleiche Umstand scheidet sie auch von der im übrigen viergeißeligen *Pedinopera*.

Zwei Arten¹⁾:

Ein Pyrenoid, Zellform mehr ellipsoidisch.

D. Fritschii 1.

Mehrere Pyrenoide; Zellform mehr breit eiförmig.

D. coccifer 2.

1. **Dysmorphococcus**

Fritschii Takeda

(Fig. 321). Scha-

len durch kleine,

sechseckige Grüb-

chen netzig; von

der Breitseite ellipsoidisch oder breit eiförmig bis fast verkehrt

eiförmig, von der Schmalseite oft nach vorne verbreitert und

dann leicht verkehrt kegelförmig, von allen Seiten aber basal

breit abgerundet bis fast gestutzt und dann stumpfkantig,

vorne ebenfalls breit abgerundet oder leicht verschmälert, immer

mit einem ganz leichten Spitzchen versehen, braun. Die Schale

manchmal etwas der Länge nach gedreht. Von vorne gesehen

mit mehr elliptischem Umrisse. Protoplast meist viel kleiner

als die Schale, birnförmig, basal abgerundet, nach vorne all-

mählich in die deutliche Plasmapipe verschmälert. Geißeln

körperlang. Chromatophor groß, topfförmig, Pyrenoid basal,

Stigma in der Mitte oder in der hinteren Zelhälfte, anscheinend

in der Lage nicht sehr konstant. Kern über der Mitte. Zwei

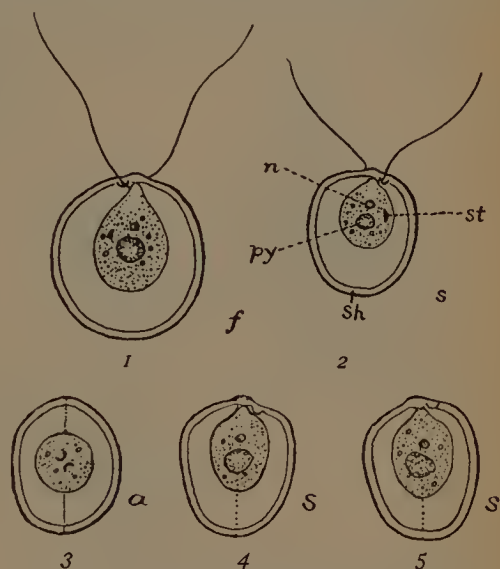


Fig. 321. *Dysmorphococcus Fritschii*.

1, 2 Zwei Zellen, etwas schief zu der Geißel-
ebene gesehen; 3 von vorne, 4, 5 Seitenansichten;
py Pyrenoid; n Kern; st Stigma; sh Schale
(nach Takeda).

1) Es scheinen mehrere Formenkreise vorhanden zu sein.

kontraktile Vakuolen. Bei der Teilung werden zwei Tochterzellen gebildet, die durch Sprengung der Schale in zwei Hälften frei werden. Die Schalenhälften bleiben manchmal mit ihren Vorderenden in Zusammenhängen oder trennen sich völlig voneinander und werden dann noch eine Zeiltang (vielleicht durch eine Schleimhülle) zusammengehalten. Junge Tochterzellen kugelförmig, ohne Schalen und ohne deutliche Membran. Länge 14–19 μ , Dicke 10–14 μ .

Bis jetzt aus England in einem Sumpfe bei Conduitwood in Richmond Park-Surrey. Aus Rußland (Charkow); Böhmen.

Vielleicht befindet sich unter den von Stein gezeichneten Figuren von *Coccomonas* ebenfalls *Dismorphococcus*. Die Monade kann sehr leicht mit anderen Chlamydomonadinen verwechselt

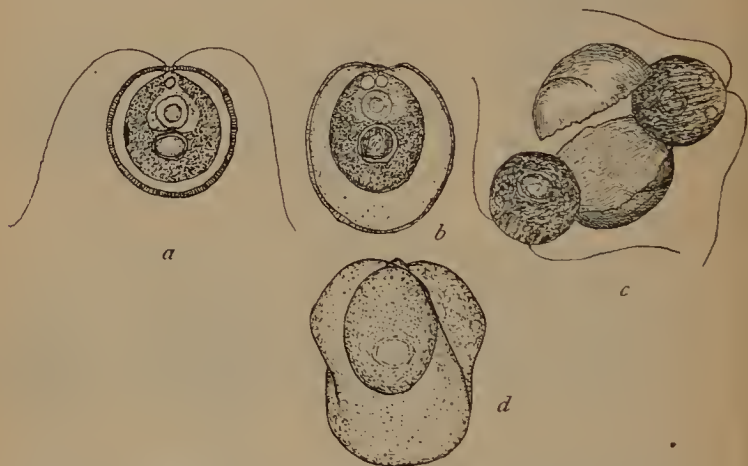


Fig. 322. *Dysmorphococcus Fritschii*. a, b, d drei Zellen in verschiedener Form; bei d Längstorsion sehr deutlich; c Ausschwärmen der Zoosporen; bei d die Ähnlichkeit mit *Pedinopera* deutlich, diese aber viergeißelig (nach Korschikoff).

eventuell direkt als *Chlamydomonas* angesehen werden, von welcher Gattung es ebenfalls Arten mit bräunlicher, allerdings nicht spröder Schale gibt.

2. ***Dysmorphococcus coccifer*** Korschikoff (Fig. 323). Schalen sehr breit eiförmig, basal breit abgerundet, nach vorne verschmälert und parallel zur Geißelebene in zwei symmetrisch zueinander gelegene Höcker vorgezogen, oft leicht wellig. Die Hülle ist außen leicht und unregelmäßig netzig-wabig skulpturiert, braun bis fast schwarz. Von der Seite ist die Hülle leicht zusammengedrückt. Die Ränder der beiden Schalen gehen nach den Zeichnungen Korschikoffs durch die beiden Höcker. Protoplast die Schalen mehr oder weniger ausfüllend, oft aber viel kleiner als die Hülle, mehr oder weniger kugelig, mit zarter, aufliegender Membran. Geißeln annähernd $1\frac{1}{2}$ mal körperläng. Chromatophor groß topfförmig mit zahlreichen, bis 11 Pyrenoiden, die unregelmäßig über den Chromatophoren

verteilt sind. Stigma äquatorial, halbkugelig, manchmal noch ein zweites, kleines, in seiner Lage nicht konstantes Stigma vorhanden. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen mehrere, bis 10 über den Protoplasten verteilt. Teilung kam nicht zur Beobachtung, doch Bildung von Aplanosporen innerhalb der Hülle, die eine glatte Membran hatten. Bei ihrer Keimung wurden vier kleine, kugelige langgestreckte Schwärmer gebildet, die den beschriebenen Bau des Protoplasten hatten, nicht aber



Fig. 323. *Dysmorphococcus coccifer*. a Zelle, etwas schief von der Geißelebene gesehen; b Schalenstruktur; c, e leicht aufgeklappte Zellen; d Aplanosporenbildung; f junger Schwärmer (nach Korschikoff).

zu ausgewachsenen, beweglichen Formen heranwachsen, sondern sich wieder in Ruhezellen umwandeln. (Sicherlich milieubedingt.) Länge der ausgewachsenen, beweglichen Zellen bis 20 μ , Aplanosporen bis 13 μ dick.

Bislang nur in Rußland um Charkow beobachtet. In Tümpeln mit faulem Wasser.

Phacoteae.

Hülle aus zwei im Prinzipie uhrglasartigen, mit ihren Rändern aneinanderschließenden, wie der Protoplast oft sehr stark abgeplatteten Schalen bestehend, wobei die Ränder der Schalen in der Schmalseite aneinanderschließen. Schalen meist sehr stark verkalkt, oft durch Eiseneinlagerung gebräunt (bei einer Gattung angeblich verkieselt). Schalen einfach rund bis eiförmig oder elliptisch

und höchstens an den Rändern verbreitert. Oder sehr mannigfaltig gestaltet, mit oft breit kielartig verbreiterten Rändern und verschiedenen, der Breitseite flügelartig aufgesetzten Längsleisten, die dann auch in der Längsrichtung schwach schraubig gedreht sind. Protoplast mit dem typischen Chlamydomonadenprotoplasten übereinstimmend, mit großem Chromatophoren (vielleicht bei einer Form in Reduktion begriffen). Längsteilung. Geschlechtlich Fortpflanzung beobachtet; Kopulation von morphologisch oft etwas verschiedenen Gametozoosporen, ohne daß dabei ausgesprochene Heterogamie vorläge. Gametozoosporen bei beiden Gattungen gleich gebaut, soweit beobachtet spindelförmig mit in der Mitte gelegenen Chromatophoren, der beide Enden hyalin läßt. Diese Form der Gametozoosporen scheint typisch für die Familie zu sein.

Palmellen nur bei einer Art beobachtet. Asexuelle Cysten noch nicht festgestellt. Konvergente Ausbildung eigentlich nur bei den Eugleninen (*Amphitropis*) bei den Prorocentraceen, Dinophysidaceen unter den Desmokonten, wenn nicht bei letzteren eine andere Orientierung der Schalen in bezug auf den Protoplasten vorhanden ist. Apochromatische Formen nicht bekannt, doch wahrscheinlich.

Zwei Gattungen:

Schalen von der Breitseite rund oder eirund, ohne kielartige oder flügelartige Verbreiterungen oder Längsleisten. **Phacotus** (S. 356).

Schalen an den Rändern sehr verbreitert, oft mit der Breitseite aufgesetzten, flügelartigen Längsleisten. **Pteromonas** (S. 363).

Phacotus Perty

Protoplast in einem mehr oder weniger zusammengedrückten Gehäuse lebend, das aus zwei Schalen besteht. Breit- und Schmalseite deutlich. Fuge der beiden Schalen auf der Schmalseite, Schalen an ihren Berührungsrändern oft leicht kielförmig vorgezogen, glatt oder in verschiedener Weise mit Skulpturen versehen, oft braun (Eisenoxydhydrat-Einlagerung). Sonst meist stark verkalkt, beim Tode oder der Teilung voneinander weichend. Protoplast meist viel kleiner als die Gehäuse; meist, doch nicht immer, ebenfalls im Sinne der flachen Schalen zusammengedrückt, mit dem typischen Bau der Chlamydomonadenzellen. Das papillöse Vorderende durch das Gehäuse, das ein entsprechendes Loch hat, oft ein wenig vortretend. Meist ein großer topfförmiger Chromatophor, häufig ohne Pyrenoid. Stigma häufig in der basalen Hälfte. Vermehrung durch Längsteilung, meist vier Tochterzellen gebend, die bereits in der Mutterzelle, deren beide Schalen auseinanderweichen und noch eine Zeitlang durch eine membranöse Blase zusammengehalten werden, ihre eigenen Schalen bilden und dann frei werden.

Daneben unbewegliche Stadien, in denen die Zellen durch Gallerte zusammengehalten werden. In diesen Stadien Bildung von Tochterzellen, die dann zu vier, tetraedrisch, zwischen den Schalenteilen liegen.

Andere Stadien nicht beobachtet. Die von Carter beobachteten, eingeißeligen Schwärmer, die von ihm als Makro- und Mikrogameten gedeutet werden, sind mißdeutete, chytridiale Parasiten.

Eine sehr häufige Gattung, deren häufigster Vertreter meist übersehen wird. Auffallend ist, daß bei *Phacotus* die Kalkschalen viel weniger resistent sind als andere Kalkgehäuse. Sie sind in kürzester Zeit verschwunden.

Bestimmungsschlüssel der Arten¹⁾.

I. Schalen mehr oder weniger kreisrund (Breitseite), viel breiter als der Protoplast.

1. Schalen glatt.

A. Von der Schmalseite elliptisch.

Ph. australis 1.

B. Von der Schmalseite breit eiförmig, vorne gestutzt.

Ph. glaber 2.

2. Schalen in verschiedener Weise skulpturiert.

A. Schalen ohne Streifung, grubig rau.

a) Von der Schmalseite gesehen breit elliptisch, mit schmalem, sehr kurzem, scharf abgesetztem Randkiele.

Ph. crassus 3.

b) Von der Schmalseite gesehen allmählich in den scharfkantigen, oft sehr verbreiterten Rand verschmälert. Schalen grubig, oft konzentrisch-dachziegeln skulpturiert, doch auch nur feinpunktiert oder (selten) glatt.

a) Zellen 12—24 μ im Durchmesser. **Ph. lenticularis** 4.

β) Zellen sehr klein, 5—9 μ . **Ph. subglobosus** 5.

B. Schalen mit Streifensystemen.

a) Streifen durchgehend, schief über die Schale ziehend und in Rhomben sich schneidend. Schmalseite im Umrisse fast rechteckig.

Ph. rectangularis 6.

b) Streifen nicht durchgehend; zu unregelmäßigen Feldern zusammenschließend. Schmalseite im Umrisse breit bauchig.

Ph. reticulatus 7.

II. Schale breit eiförmig, ellipsoidisch bis verkehrt eiförmig, rau, dem Protoplasten dicht anliegend.

Ph. angustus 8²⁾.

1. *Phacotus australis* Playfair (Fig. 324a, b). Schalen von der Breitseite fast kreisrund, etwas breiter als lang, vorne leicht und breit, nicht aber tief ausgerandet. Von der Schmalseite gestreckt elliptisch ohne Ausrandung, glatt und hell, weit vom Protoplasten abstehend. Dieser ebenfalls von der Breitseite gesehen kreisrund, von der Schmalseite elliptisch mit sehr großem Chromatophor, der gleichmäßig dick bis zur Geißelbasis sich erstreckt. Plasmapipe deutlich mit zwei Geißeln, die länger sind als die Schale. Kein Pyrenoid, kein Stigma. Länge 20 μ , Breite annähernd gleich; Dicke 8 μ .

Bis jetzt nur aus Australien (Lismore).

1) Die Arten sind nicht immer leicht zu erkennen, man vergleiche immer die Figuren.

2) Vgl. auch *Phactus lenticularis* und *Ph. subglobosus*, die ebenfalls manchmal feinpunktiert rauhe Schalen haben.

2. **Phacotus glaber** Playfair (Fig. 324 c, d). Schalen von der Breitseite fast kreisrund, eher ein wenig länger als breit; vorne ausgerandet; von der Schmalseite gesehen breit eiförmig, mit breit abgerundeter Basis, fast geraden Flanken und fast abgestutztem Vorderende. Protoplast auffallend klein auch von der Schmalseite kugelig bis birnförmig, mit deutlich über die Schale vorgezogener Papille. Ebenfalls kein Stigma

und kein Pyrenoid
Länge 22 μ , Breite
21 μ . — Australien
(Lismore).

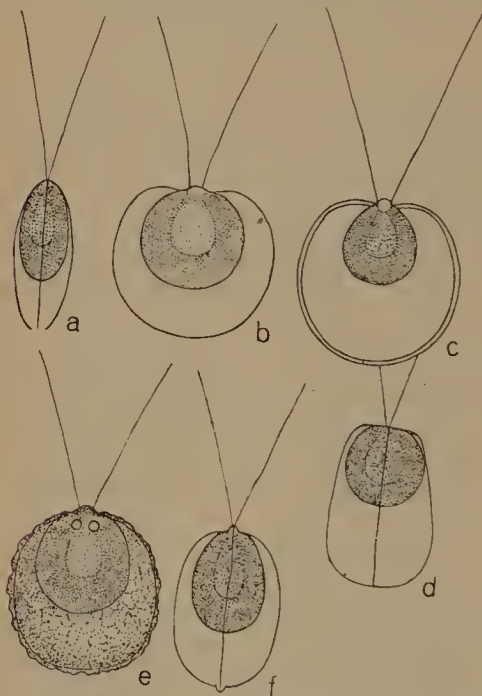


Fig. 324. *Phacotus*

a, b australis; *a* v. d. Schmal-; *b* Breitseite;
c, d glaber; *d* " " " *c* "
e, f crassus; *f* " " " *e* "
(nach Playfair).

3. **Phacotus crassus** Playfair (Fig. 324 e, f). Schalen von der Breitseite fast kreisrund, vorne nicht ausgerandet sondern hier ein wenig konvex, von der Schmalseite gesehen eiförmig ellipsoidisch, deutlich, doch schmal gekielt, daher in der Schalenfuge im optischen Schnitte mit einem kleinen Spitzchen. Oberfläche der Schale durch unregelmäßige Auflagerungen, die den Rändern eine gekörnte Kontur geben, rauh. Protoplast von der Breitseite gesehen kreisrund mit mächtigen, gleichmäßig dickem Chromatophor, ohne Pyre-

noid, ohne Stigma; von der Schmalseite aus eiförmig. Vorne zwei kontraktile Vakuolen. An der Protoplasmapapille zwei schalenlange Geißeln. — Australien.

4. **Phacotus lenticularis** Ehrenberg (Stein) (Fig. 325). Schalen ausgesprochen linsenförmig, mit meist schmalem Saume aneinander liegend, seltener. Schale mit grubig wabiger Skulptur (manchmal kleine feine Punkte, manchmal ganz glatt), die den Breitseiten der Schalen ein manchmal sehr schuppiges, manchmal mehr streifiges Aussehen gibt. Grubige Skulptur der Schale von der Schmalseite aus meist deutlich wahrnehmbar. Bei manchen Formen ist die Skulptur am Randsaume viel deutlicher als auf der Schalenfläche; hierin kommen Variationen vor, von denen ich nicht sagen kann, inwieweit sie systematische Wertig-

keit haben. Schale oft braun gefärbt. Protoplast viel kleiner als die Schale, ebenfalls deutlich zusammengedrückt, nach vorne oft schnabelartig verschmälert, mit großem, topfförmigem Chromatophoren und in dessen verdickter Basis das Pyrenoid. Stigma in der unteren Hälfte. Kern vor der Mitte. Kontraktile Vakuolen in der vorderen hyalinen Zone, die unter der Plasmamapapille liegt, die zwei ungefähr körperlange Geißeln trägt. Vermehrung beobachtet. Durchmesser 13 bis 20 μ . Häufige, aber oft übersehene Art. Schalen oft tiefbraun und fast undurchsichtig.

Trotz der Häufigkeit wenig untersuchte, meist übersehene Art. Die Art ist sicher bei näheren Untersuchungen aufzulösen, die Größendifferenzen und auch die morphologischen Verschiedenheiten sind zu groß.

Mit *Phacotus lenticularis* vielleicht identisch ist der *Phacotus Lendneri* Chodat (Fig. 326), der sich von *Phacotus lenticularis* nur durch die merkwürdige Netzsulptur unterscheidet. Ich glaube, daß diese auf die merkwürdige dachziegelartig-grubige Skulptur des *lenticularis*, die leicht den Eindruck einer solchen

Kreuzschweifung erwecken kann, zurückgeht. Doch ist die Bildung solcher kreuzstreifiger Formen nicht abzuweisen. Chodat selber bezeichnet als *Phacotus lenticularis* den *Phacotus angustus*, genau so wie Dangeard. Die Pertyschen wie Steinschen Figuren aber lassen deutlich erkennen, daß mit *Ph. lenticularis* nur die Formen mit runder, muschelartig-grubiger bis fein punktierter weit abstehender Schale gemeint sind.

Die Schalensulptur von *Phacotus lenticularis* stimmt nicht an allen Vorkommnissen überein, oft sind nur feine Punkte zu sehen, seltener ist die Schale ganz glatt. Inwieweit hier konstante Eigenheiten vorliegen, vermag ich nicht zu sagen.

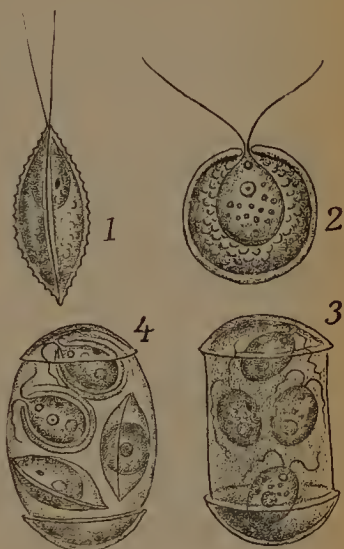


Fig. 325. *Phacotus lenticularis*.
1 Schmal-; 2 Breitseite; 3, 4 Teilung (nach Stein).

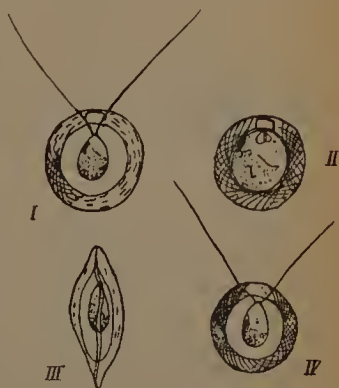


Fig. 326. *Phacotus Lendneri*
(nach Chodat).

5. *Phacotus subglobosus* Pascher (Fig. 327). Schalen von der Breitseite aus kreisrund, in der Schmalseite gegen die beiden Enden scharf zugekantet und manchmal mit deutlich verbreiterten Rändern. Schalen ganz leicht, doch dicht grubig skulpturiert, doch auch manchmal fast glatt oder nur schwach punktiert. Protoplast die Schale nicht ausfüllend, birnförmig nach vorne verschmälert. Geißeln bis $2\frac{1}{2}$ -mal länger als die Schale. Chromatophor topfförmig, doch manchmal mehr nach der einen Seite hin entwickelt und dann mehr muldenförmig. Stigma annähernd in halber Höhe. Pyrenoid nicht beobachtet. Kontraktile Vakuolen nur eine gesehen, vorne. Zellen höchstens bis $5-9\ \mu$ im Durchmesser. — In einer *Tribonema*-Watte in einem mit Eisenbakterien durchsetzten Graben* aus der Steiermark.



Fig. 327.

Phacotus subglobosus.
a Breit-; b Schmalseite;
c Schalenschnitt.

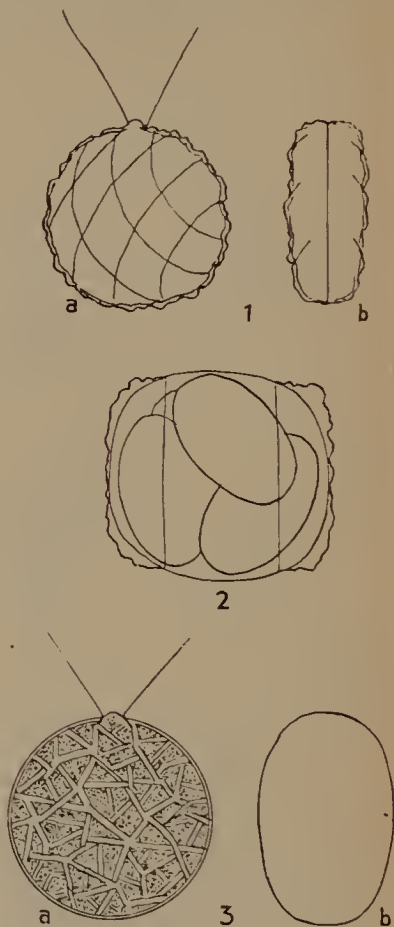


Fig. 328. *Phacotus*. 1, 2 *rectangularis*;
1a Breit-; b Schmalseite; 2 Teilung;
3 *reticularis*: a Breit-; b Schmalseite
(nach Playfair).

Sieht von der Breitseite einem kleinen *Phacotus lenticularis* sehr ähnlich, mit dem er auch die Skulptur der Schale gemein hat, weicht aber, abgesehen von der Kleinheit, vor allem durch die viel längeren Geißeln und die ganz andere Seitenansicht ab. Bei *Phacotus lenticularis* verläuft die Schale ganz allmählich in den Rand, bei *Phacotus subglobosus* dagegen biegt die Schale ziemlich unvermittelt in den Rand ein.

6. *Phacotus rectangularis* Playfair (Fig. 328 1, 2). Schalen von der Breitseite kreisrund, durch sich schief kreuzende Falten-

systeme und Skulpturen grob rhombisch genetzt, nicht glatt sondern unregelmäßig ranh. Die Rauigkeit besonders an den Schalenrändern zum Ausdruck kommend. Von der Schmalseite gesehen, fast rechteckig mit abgestumpften Kanten. Protoplast nicht näher beschrieben. mit vorragender Papille und daran zwei Geißeln, die etwas kürzer sind als die Schale. Unvollständig beschrieben. Durchmesser 18–22 μ , Dicke 10 μ . Australien (Lismore).

7. *Phacotus reticulatus* Playfair (Fig. 328, 3). Schalen kreisrund, von der Breitseite mit glattem Rande und unregelmäßigen, nicht durchgehenden Streifensystemen, die sich unregelmäßig treffen und zwischen sich granuliert Felder einschließen.

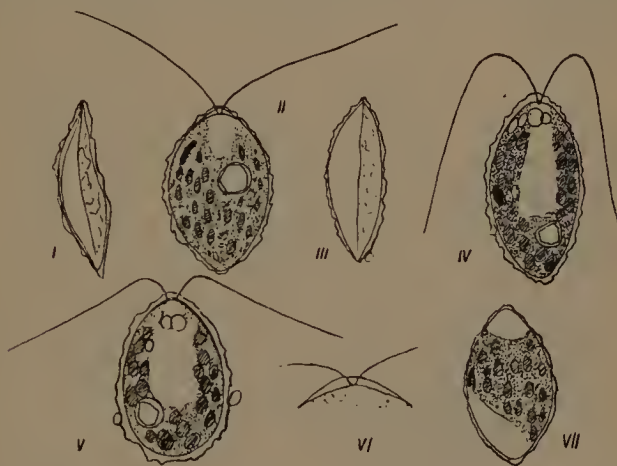


Fig. 329. *Phacotus angustus*. I, III Schmal-; II, IV, V, VII Breitseite; VI Vorderende (nach Chodat).

Von der Schmalseite breit elliptisch, an den Enden abgerundet-abgeflacht. Die Geißel, die auf einer deutlichen Plasmapiapille stehen, auffallend kurz. Nähere Angaben über den Protoplasten fehlen auch hier. Durchmesser 22 μ .

Australien (Lismore).

8. *Phacotus angustus* Pascher (Fig. 329, 330). Von den anderen Arten dadurch abweichend, daß die Schale nicht weit vom Protoplasten absteht, sondern ihr meist ziemlich eng anliegt. Schalen von der Breitseite breit eiförmig, elliptisch- bis verkehrt eiförmig, basal abgerundet oder bogig spitzig, vorne spitz-stumpflich oder abgerundet. Schale durch unregelmäßige Skulpturen grubig, was besonders an deren Rändern deutlich zu sehen ist. Schalen einfach uhrglasförmig, ohne verbreiterten Saum aneinanderschließend, manchmal die ganze Zelle leicht einseitig muldenförmig durchgebogen, von der Schmalseite gesehen beidseits dann verschmälert spitz und leicht gekrümmt. Geißeln durch zwei Löcher aus den Schalen austretend. Protoplast ohne vortretende Papille. Geißeln in der Ruhelage bogig nach rückwärts geschlagen, annähernd körperlang. Chromato-

phor sehr groß, basal verdickt, nach vorn allmählich verschmälert und in der Höhe der beiden vorne gelegenen kontraktilen Vakuolen endend. Basal oder etwas seitlich das große Pyrenoid. Lage des Kernes nicht angegeben, wahrscheinlich

in der Mitte der Zelle.

Stigma in seiner Lage schwankend, äquatorial oder etwas darüber gelegen. Bei der Teilung vier Schwärmer bildend, die nach den Abbildungen Dangeards die Schalen zum mindesten nicht völlig in ihrer Mutterschale ausbilden.

Unbewegliche durch Gallerte zusammengehaltene Stadien beobachtet. Darinnen auch Teilung, innerhalb der auseinandergewichenen Schalen liegen tetraedrisch die Tochterzellen, die bereits die neuen Schalen anlegen. Zellen 12–17 μ lang, 8–13 μ breit.

Aus Frankreich, der Schweiz, aus Oberösterreich. Sicher verbreitet.

Die von Chodat abgebildeten Formen sind sehr flach, die von Dangeard auch von der Schmalseite mehr elliptisch. Als typisch möchte ich die Chodatschen Formen bezeichnen. Die dickeren, fast elliptischen Formen bilden

vielleicht eine eigene Formenreihe. Die von mir gesehenen, leider sehr spärlichen Individuen entsprachen völlig den Chodatschen Abbildungen.

Anhang zu *Phacotus*.

Playfair beschreibt noch einen *Phacotus bullatus*: von der Breitseite rund bis verkehrt eiförmig, dann vorne gestutzt, basal auch spitzbogig verschmälert (var. *conica*) mit rauher Schale. Protoplast dicht der Schale anliegend. Von der Schmal-



Fig. 330. *Phacotus angustus*. Zellen von der Breitseite; Teilungsstadien; palmelloides Gallertstadium (nach Dangeard).

seite gesehen die Schale fast sechseckig, mit runden Enden und flachen Seiten. Von oben gesehen fast kreuzförmig und mit einzelnen großen Buckeln versehen. Zellen bis 13–14 μ lang, bis 9 μ dick. Die var. *conica* größer, bis 16 μ lang und bis 13 μ dick (Fig. 331).

Sehr unklare Art, vielleicht gar nicht zu *Phacotus* gehörig.

Pteromonas Seligo

Gehäuse aus zwei, oft mit deutlicher Breit- und Schmalseite versehenen, in der Mitte für den Protoplasten aufgewölbten, an den Rändern sehr verbreiterten Schalen bestehend und dadurch bei den einzelnen Arten mit verschiedenem Umrisse. Die verbreiterten Ränder der beiden Schalen dicht aneinanderschließend, aber nicht miteinander verwachsen, oft an den Seiten leicht schraubig gegeneinander gedreht. Neben diesen Verbreiterungen noch andere, von der Fläche der Schalen ausgehende, oft etwas schraubig der Länge nach verlaufende Wülste, Leisten und oft sehr ungleich breite, flügelartige Verbreiterungen vorhanden. Zellen im Querschnitte daher von einem erweiterten Mittelraume ausgehend mit zwei oder mehreren gegenüberliegenden, kürzeren oder längeren Fortsätzen: die Querschnitte der Vorsprünge und Verbreiterungen, zeigend. Die mittlere Erweiterung meist nicht einfach der normalen Birnform des Protoplasten angepaßt, sondern durch mannigfache konvexe, nach innen einspringende Einwölbungen der Hülle stellenweise eingeschnürt und abgeplattet und dadurch speziell von der Schmalseite oder vorne gesehen dem Protoplasten ein gebrochen kantiges und eckig konturiertes Aussehen gebend. Von der Seite gesehen die Zellen gestreckt und schmal, meist beidseits spitz und in verschiedener Weise von mehreren Seiten oft mehreckig (sechseckig) umgrenzt und meist leicht im Sinne einer Schraubenlinie gekrümmt. Schalen angeblich Silikate enthaltend.

Protoplast entsprechend der Form des Lumens des Gehäuses zusammengedrückt, mehr oder weniger, speziell von vorne und der Schmalseite gesehen, kantig umgrenzt, mit dem typischen Bau der Chlamydomonadenprotoplasten, meist mit basalem, großem, topfförmigem oder auch plattenförmigem Chromatophoren, der sehr weit nach vorne reicht, mit einem (doch auch mehreren) deutliche Pyrenoide und Stigma, zwei kontraktile, meist vorne gelegenen Vakuolen und einer kleiner deutlichen Plasmappapille, von der zwei durch zwei feine Kanäle meist über körperlange Geißeln aus der Schale austreten. Vermehrung durch Längsteilung unter Bildung von 2–4 Tochterzellen, die zuerst nackt, noch in der Mutterzelle anfangen ihr Gehäuse zu bilden, dann austreten und das ursprünglich bloß eiförmige Gehäuse in die definitive Form bringen.

Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von kleinen Gametozoosporien, die zu 8 oder 16 in einer Zelle gebildet, gestreckt ellipsoidisch oder mehr spindelförmig und dann an den Enden spitz sind, den Chromatophor, wie die Gametozoosporien von *Phacotus*



Fig. 331.

Phacotus bullatus
(nach Playfair).

in charakteristischer Weise in der Form eines geschlossenen Mantels oder Ringes oft in der vorderen Zellhälfte haben und mit Geißeln, die bis dreimal körperlang sein können. (Nach Beobachtung an *Pteromonas Golenkiniana*.)

Nach Kopulation, die bei den mehr ellipsoidischen Gameten von vorne beginnt, bei den spindelförmigen von der Seite einsetzt, entsteht eine glatt und derbwandig braune Zygote. Keimung der Zygote nicht beobachtet.

Eine in ihrer Systematik völlig unklare, sehr formenreiche Gattung, die ausgesprochene Neigung zur sapropelischen Lebensweise hat. Die Formen kommen bei der Beobachtung relativ selten unter und fallen in der Bewegung schon durch ihre auffallende Lichtdifferenzen ergebende Rotation auf. Trotz der ausgezeichneten Untersuchungen Golenkins ist noch manches unklar, es treten zwei in ihrer Form sehr verschiedene Gametozoosporentypen auf (?), von denen nicht ganz klar ist, ob jeder nur untereinander kopuliert, oder ob sie oder auch miteinander kopulieren. Die Sache ist dadurch erschwert, daß die Gametozoosporen eine ganz außerordentlich rasche Bewegung haben.

Die Arten scheinen in der Gestaltung ihrer Schalen eine große Variabilität zu haben. Der größere Teil der beschriebenen Arten ist außerdem so unklar oder nach nicht ganz klaren Abbildungen anderer Autoren beschrieben worden, daß ich nur die einigermaßen gesicherten Arten ausführlich bringe.

Pteromonas wird häufig, ebenso wie *Phacotus*, von Chytridiaceen befallen.

Die Gattung *Pteromonas* ist unter den Phacoteen genau dieselbe Formbildung wie *Asteromonas* unter den Polyblepharidinen (marin und Brackwasser). Einzelne Arten kommen sich in der Zellform außerordentlich nahe: *Asteromonas gracilis*, *phacus*, *triangularis*.

Bestimmungsschlüssel der Arten¹⁾.

- I. Die beiden Schalen nur an den sich berührenden Seitenrändern kielförmig bis flügel förmig verbreitert, sonst ohne Längsleisten.
 1. Von der Breitseite mehr kreis- bis eiförmig, ohne Buchten oder scharf vorgezogene Ecken.
 - A. Zellen breit ausgerandet; Protoplastenpapille vorstehend; gewölbter Mittelteil glatt. **Pt. angulosa 1.**
 - B. Zelle nicht ausgerandet; keine vorstehende Plasmapipe; gewölbter Mittelteil durch konkave Einwölbungen gekantet. **Pt. Golenkiniana 2.**
 2. Von der Breitseite gesehen anders gestaltet.
 - A. Fast quadratisch bis rechteckig, mit vier Ecken, die in der Längsrichtung der Zelle stachelförmig vorgezogen sind. **Pt. aculeata 3.**
 - B. Nach vorne verschmälert sechseckig, mit nicht eingebuchteten Seiten. **Pt. Chodati 4.**
- II. Auf der Schalenfläche verlaufen leicht schraubig Längsrippen, die manchmal flügel förmig verbreitert sind.

¹⁾ Es gibt noch viel mehr Formen, die aber in ihrer Zusammengehörigkeit resp. Verschiedenheit noch geprüft werden müssen.

1. Schneealge, meist unbeweglich, Längsrippen schmal. Pt. nivalis 5.
2. Keine Schneealge, Längsrippen regelmäßig oder unregelmäßig flügelartig verbreitert.
 - A. Im optischen Querschnitte mehr sechseckig, auf der Schalenfläche meist zwei Längskiele. Pt. sinuosa 6.
 - B. Im optischen Querschnitt flügelig vierkantig bis stark kreuzförmig; auf jeder Schalenfläche nur ein Längskiel. Pt. cruciata 7.

1. **Pteromonas angulosa** Lemmermann (*Pteromonas alata* Cohn Seligo, *Phacotus alatus* Dangeard, *Cryptoglana alata* Carter —

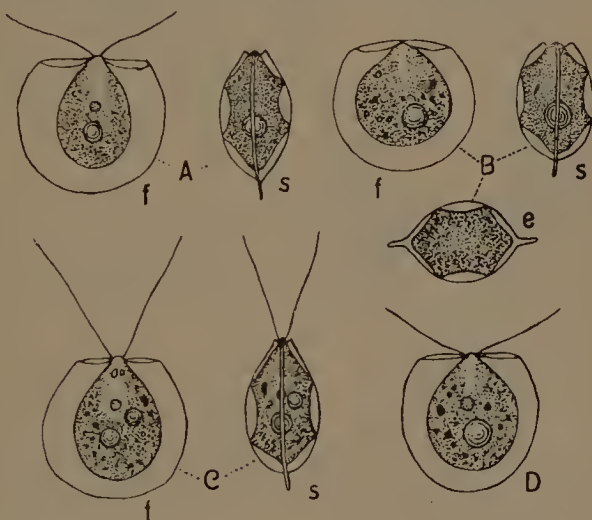


Fig. 332. *Pteromonas angulosa*. f Breit-, s Schmalseite, e von rückwärts (nach West).

wahrscheinlich hierhergehörig *Pteromonas cordiformis* Lemmermann und *Pteromonas rectangularis* Lemmermann) (Fig. 332).

Von der Breitseite gesehen, durch die breiten flügelartigen Randverbreiterungen fast kreisförmig, bis querelliptisch oder leicht breit eiförmig. Oft stumpfeckig und an den Enden leicht vorgezogen, basal breit abgerundet oder verkehrt eiförmig verschmälert. Vorne meist breit ausgerandet, bis fast herzförmig. Von der Seitenkante gesehen gestreckt spindelförmig, bis eiförmig. Schale glatt oder im optischen Längsschnitte nach innen zu gewellt, von vorne gesehen mehr oder weniger elliptisch bis fast viereckig. Die flügelartigen Seitenränder der beiden Schalen oft sehr breit und wie die ganze Zelle meist leicht längsschraubig gebogen. Protoplast von der Breitseite breit eiförmig, von der Schmalseite schmal eiförmig bis spindelförmig, den Hohlraum zwischen den beiden Schalen ganz ausfüllend oder stellenweise von ihm abgehoben und dann mit konvex gekerbten Umriß. Chromatophor im allgemeinen topfförmig mit verdicktem Basalstücke, hier das große Pyrenoid;

etwas vor der Mitte der Kern. Stigma vorne, kurz strichförmig. Zwei kontraktile Vakuolen. Geißeln annähernd körperlang.

Teilung beobachtet. Gameten spindelförmig an Größe verschieden, ohne daß eine sexuelle Differenzierung damit verbunden wäre. So wie bei *Pt. Golenkininiana*. Reife Zygoten nicht beobachtet. Länge der Zellen 13–17 μ , Breite 9–20 μ .

Sehr verbreitete, meist saprobele Art.

Im jetzt üblichen Umfange inhomogene Art. Als eigentliche *Pt. angulosa* möchte ich jene Formen bezeichnen, deren Schalen von der Breitseite mehr oder weniger eirund bis fast kreisförmig sind, vorne in eine breite Ausrandung haben, aus der die Spitze des Protoplasten hervorragt. Von der Schmalseite sind sie elliptisch bis spindelförmig, ebenso im optischen Querschnitte. Die Schalen sind glatt ohne konkave Wellung. Diese Formen



Fig. 333.

Pteromonas angulosa var. *Takedana* (nach West).



Fig. 334. Längs- u. Queransichten von *Pteromonas angulosa* var. *Takedana* (nach Korschikoff).

sind meist etwas kleiner. Seligos Formen maßen nur bis 14 μ und waren nur bis 9 μ breit. Zu dieser eigentlichen *Pteromonas angulosa* gehört das — soweit ich es nach den Beschreibungen und Abbildungen beurteilen kann — was Seligo angibt und West wie Dangeard behandeln.

Ich kann nach dem, was ich an Material selber sehen konnte, die *Pt. Takedana* West (Fig. 333, 334) nicht völlig von *Pt. angulosa* trennen. Sie weicht nur ganz unwesentlich ab: die Ausrandung ist von der Schmalseite nicht zu sehen, die beiden Schalen gehen in dieser Ansicht bis nach vorne ineinander. Außerdem soll keine Protoplastenabhebung vorhanden sein. Sie kann als *Pt. angulosa* var. *Takedana* bezeichnet werden.

Lemmermann hat die von Stein nicht ganz klar abgebildeten Formen, als eigene Arten: *Pteromonas cordiformis*, *rectangularis* und *protracta* beschrieben. Ich gebe die Steinschen Figuren wieder. Da Stein keine Diagnosen gibt, die Figuren die morphologischen Verhältnisse nicht genügend erkennen lassen, so wären diese von manchen Autoren in die Nähe von *Pt. angulosa* gestellten Lemmermannschen Arten zu streichen (Fig. 335).

Playfair bildet von *Pt. angulosa* eine Reihe von Formen ab, die er auch benennt. Ich gebe die Figuren wieder (Fig. 336). Hier werden neue Untersuchungen einzusetzen haben, inwieweit diese Formen in den Formenkreis der *Pt. angulosa* fallen.



Fig. 335. Die von Stein abgebildeten von Lemmermann als eigene Arten beschriebenen *Pteromonas*-Formen (a *Pteromonas rectangularosa*, b *Pt. cordiformis*, c *Pt. protracta*).

In die Nähe von *Pt. angulosa* gehört auch die sehr unvollständig beschriebene *Pteromonas ovalis* Hodgett. Auch hier läßt die Abbildung nicht alle notwendigen Einzelheiten erkennen. Die Maße dieser Form sind 20,5 μ lang, 19 μ breit. Hodgett gibt für sie zwei Pyrenoide an (Fig. 337).

Nicht mit *Pt. angulosa* vereinigen möchte ich die von Golenkin genau untersuchte Form.

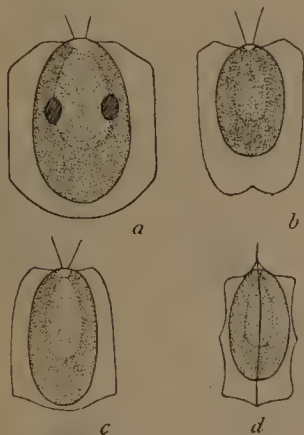


Fig. 336. Von Playfair abgebildete *Pteromonas angulosa*-Formen, deren Zugehörigkeit zu dieser Art nicht ganz sicher ist (a var. *vexilliformis*, b var. *scutiformis*, c, d var. *australis*) (nach Playfair).

2. *Pteromonas Golenkiniana* Pascher (Fig. 338). Scha-

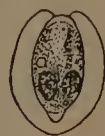


Fig. 337. *Pteromonas ovalis* (nach Hodgett).

len von der Breitseite nicht ausgerandet, fast kreisförmig. Protoplasmapapille nicht über die

Schale vortretend; von der Schmalseite gesehen, im optischen Längsschnitte gestreckt sechseckig, mit spitz verschmälerten Enden, seitlich eingedrückt mit kleinen Spitzchen in der Mitte der Längsseiten. Mit anderen Worten: Breitseite konkav wellig. Von vorne gesehen stumpf vierkantig. Die in der

Gattungsbeschreibung gemachten Angaben über geschlechtliche Fortpflanzung und Zygoten beziehen sich auf diese Art. Viel größer als *Pt. angulosa*, bis 25–30 μ lang und bis 25 μ breit. Aus Rußland und Oberösterreich.

3. *Pteromonas aculeata* Lemmermann (Fig. 339). Zellen von der Breitseite fast quadratisch bis rechteckig, die beiden Seitenkanten an den Enden in kürzere oder längere, spitze Fortsätze

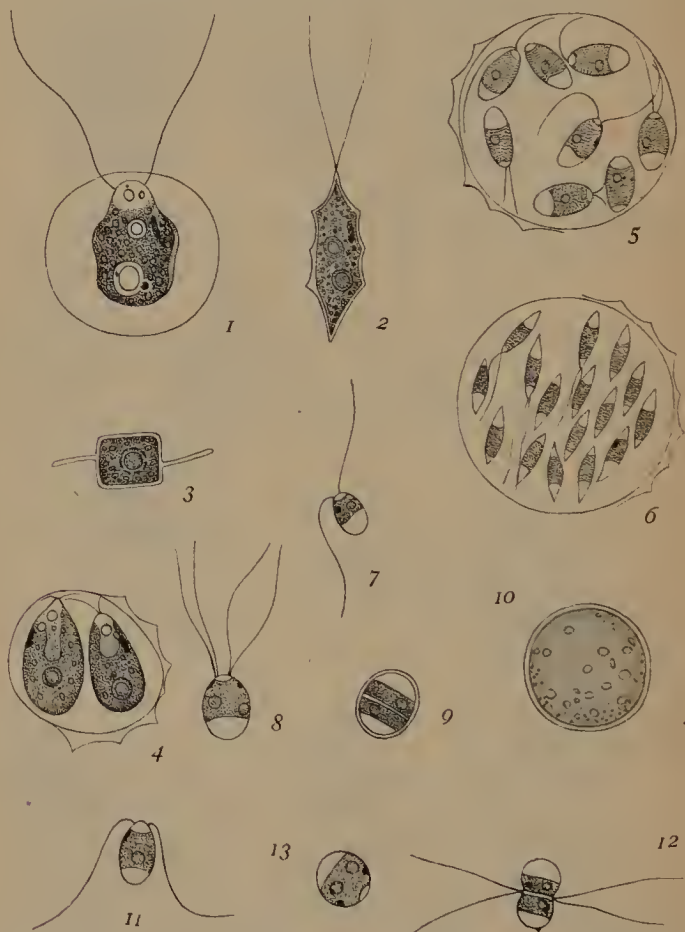


Fig. 338. *Pteromonas Golenkiniana*. 1 Breit-, 2 Schmalseite, 3 Querschnitt, 4 Teilung, 5, 6 Gametenbildung verschiedener Größe, 7 kleinere, 10 größere Gamete, 8, 12, 13 Kopulation, 9 unreife, 10 reife Zygote (nach Golenkin).

ausgezogen. Von der Schmalseite gesehen leicht S-förmig gekrümmt spindelförmig, sehr scharf und lang zugekantet, durch leicht konkave Flächen begrenzt. Der Protoplast wird nicht beschrieben, die Figur läßt außer dem vorne gelegenen strichförmigen Augenfleck, den beiden kontraktile Vakuolen und den beiden $1\frac{1}{2}$ körperlangen Geißeln keine Deutung zu.

und ist offensichtlich nach schlecht konserviertem Materiale kombiniert. Möglicherweise sind oft mehrere Pyrenoide vorhanden. Ohne Maße beschrieben, nach den Abbildungen 19–33 μ lang, bis 18 μ breit.

Schlesien (Oppeln) von Schmula im Plankton gefunden.



Fig. 339. *Pteromonas aculeata*. Breit- und Schmalseite (Lemmermann).

4. ***Pteromonas Chodati*** Lemmermann (Fig. 340). Unvollständig beschrieben. Nur von der Breitseite bekannt: Gehäuse im Umrisse sechseckig, vorn schmaler, mit bogigen Seiten und an scheinend leichte radiäre Streifung zeigend. Protoplast eiförmig, Plasmapipele deutlich, daran zwei körperlange Geißeln,

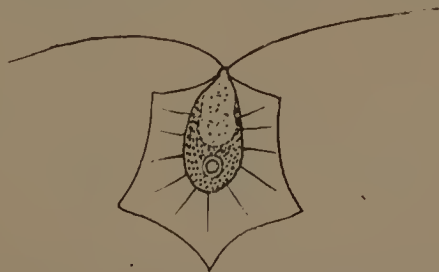


Fig. 340. *Pteromonas Chodati* (nach Chodat).

Chromatophor topfförmig, mit basalem Pyrenoide, Stigma etwas vor der Mitte. Länge und Breite nicht angegeben.

Schweiz, mare du Saleve.

5. ***Pteromonas sinuosa*** Chodat (Fig. 341). Im Umrisse von der Breitseite elliptisch, bis fast rechteckig oder fast eiförmig mit basal oft scharf bogig eingezogenen Flügeln. Außer den seitlichen Randverbreiterungen des Gehäuses auch noch weniger breite, der Länge nach verlaufende Rippen und Wülste, welche

der ganzen Zelle einen gestreckt und unregelmäßig sechseckigen Umriß geben. Gehäuse an der Basis meist stumpfkegelförmig ausgezogen. Protoplast breit-eiförmig, nur wenig Einzelheiten angegeben. Pyrenoid in der hinteren Hälfte.

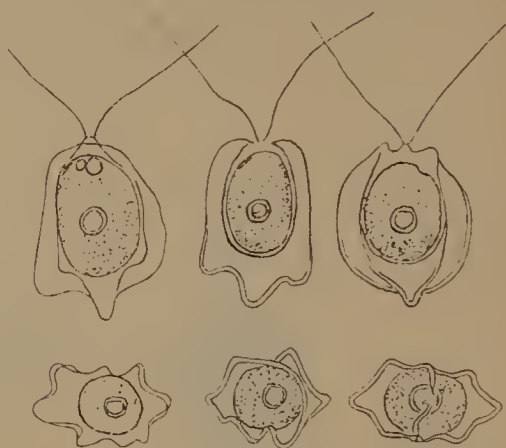


Fig. 341. *Pteromonas sinuosa*. Obere Reihe Breit-, untere Reihe Schmalseite (nach Chodat).

Vermehrung durch Längsteilung beobachtet, Länge und Breite nicht angegeben. — Schweiz, mare du Saleve.

Falls eine *Pteromonas*, dann steht sie der *Pteromonas cruciata* Playfair nahe.

6. ***Pteromonas nivalis* Chodat** (*Scotiella nivalis* Fritsch) (Fig. 342). Zellen meist unbeweglich, mit zweiteiliger gestreckt-linsen



Fig. 342. *Pteromonas nivalis*. A—E, G, K Längsansichten der Zellen; H, I Querumrisse; L, M leere losgetrennte Membranen; F, N dünnbehaute Zellen (nach Chodat).

förmiger Hülle, die an beiden Enden verschmälert, längsschraubig verlaufende (5–8) vom Vorder- zum Hinterende ziehende Leisten und an den Enden leicht vorgezogene Ecken hat. Im optischen Querschnitte mehr oder minder gekielt-rippig-sternförmig, achtkantig. Chromatophor nach Chodat nicht topfförmig, sondern mehr in der Form einer Platte, oft gelappt-gekerbt, ohne Pyrenoide. Reservestoff meist Öl. Bei der Teilung werden (soweit bis jetzt gesehen) mehrere unbewegliche Zellen gebildet, dann reißt die Membran längszweiklappig auf. Bewegliche Stadien bekannt, ohne nähere Angaben und Untersuchung der Geißeln. Länge 12 bis 15 μ .

Auf Firn der Hochalpen, ebenfalls in der Arktis und Antarktis. Schneealge.

Die Pflanze ist nicht genau studiert und in ihrer Stellung unsicher. An Material, das ich aus der Schweiz sah, konnte ich an einzelnen Zellen deutlich zwei kontraktile Vakuolen beobachten; solche Stadien scheinen aber nicht häufig zu sein. Vielmehr scheint der Organismus mehr in dem Stadium einer Dauerzelle zu leben, in dem auch reichliche Vermehrung durch Autosporenbildung eintreten kann.

Die Stellung der Alge ist unsicher; ich halte sie in Übereinstimmung zur letzten

Arbeit Chodats über diese Alge für eine Flagellate, die insofern den außerordentlichen ökologischen Verhältnissen genau so wie *Chlamydomonas nivalis* angepaßt, mehr im unbeweglichen Stadium lebt. Ihre Zugehörigkeit zu *Pteromonas* ist vielleicht nicht ganz sicher; Chodat denkt an die Verwandtschaft mit einer braunen Algenreihe (= *Pheophycée unicellulaire* ev. Heterokonte); vorderhand möchte ich sie bei *Pteromonas* belassen.

Die Monade wurde mit einer Reihe anderer Formen zu einer eigenen Gattung *Scotiella* gemacht, und zu den Protococcalen gestellt. Ich glaube, daß das, was derzeit als *Scotiella* zusammengefaßt wird, nicht einheitlich ist. *Scotiella polyptera* und *Scotiella antartica* scheinen mit den anderen Arten nichts gemein zu haben (s. Süßw.-Flora, Heft V, Protococcales, S. 131): *Scotiella nivalis*.

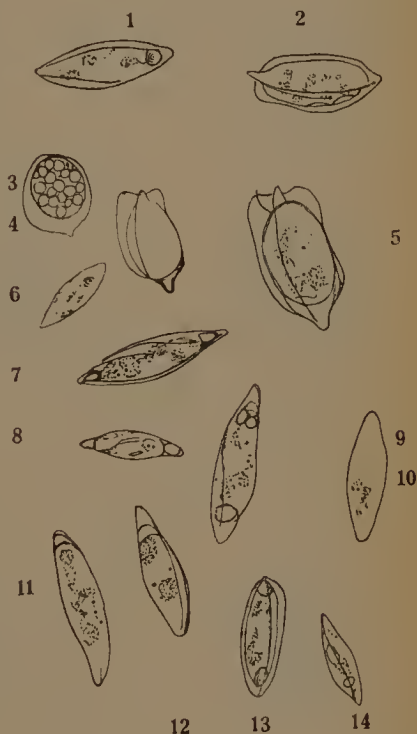


Fig. 343. *Pteromonas*. 2, 3, 4, 5 *Pt. nivalis*; die anderen *Pt. cryophila* (*Scotiella cryophila*) (nach Chodat).

Chodat beschrieb noch eine zweite der *Pteromonas nivalis* nahestehende Art: *Pteromonas cryophila* Pascher (= *Scolettiella cryophila* Chodat). Zellen spindelförmig, in der Mitte leicht bauchig erweitert; Membran mit mehreren längsschraubigen Leisten versehen. Zellinhalt ölhaltig, gelbbrot. An den beiden Enden der Zellen oft intensiv gefärbte Öltropfen. Chromatophor ohne Pyrenoid, gelappt oder in mehrere Teile zerteilt. Länge der Zellen 12–30 μ , Breite 6–10 μ . —

Im Schneefirn von der Combe des Morts.

Jedenfalls verdient diese Alge wie alle Algen des roten Schnees gründliches, auch morphologisches Studium.

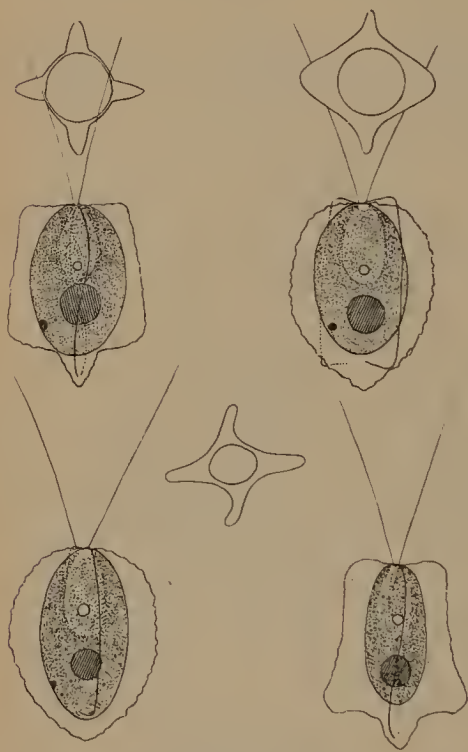


Fig. 344.

Pteromonas cruciata. Längsansichten und Querumrisse (nach Playfair).

7. *Pteromonas cruciata* Playfair (Fig. 344). Zellen samt der Hülle im Umriß verkehrt eiförmig, basal immer verschmälert und manchmal verlängert ausgezogen. Hülle vorne weit abstehend mit vier, oft rhombischen bis fast rechteckigen, manchmal leicht eingezogenen Längsflügeln, die entweder gleichmäßig bogenförmig sich zur Basis der Hülle verschmälern oder vor der Basis scharf eckig zusammengezogen und vorher noch manchmal kurz verbreitert sind. Von vorne gesehen mehr

oder weniger kreuzförmig mit oft schief gestellten Flügelschnitten. Hülle basal in ein mehr oder weniger kegelförmigem Endteil ausgezogen, vorne leicht ausgerandet. Protoplast ellipsoidisch bis gestreckt eiförmig, ohne vordere Papille. Chromatophor sehr groß, topfförmig, basal sehr stark verdickt bis fast zur halben Höhe der Zelle reichend, nach vorne gleichmäßig verschmälert und an der Geißelbasis endend. Pyrenoid sehr groß, in der basalen, nicht ins Lumen vorgewölbten Verdickung befindlich. Stigma groß und deutlich im hinteren Viertel der Zelle gelegen. Lumen im optischen Längsschnitt schön elliptisch, darin der Kern. Geißel körperlang. Teilung und andere Stadien nicht beobachtet. Länge mit der Hülle 29 μ , Breite 18 μ .

Australien (Lismore).

In der Form weitgehend konvergent der Meeres- und Brackwasserart: *Asteromonas phacus*.

Polytomeae

Einzelne lebende, völlig farblose, saprophytisch lebende Chlamydomonadae. Künstliche Reihe, wahrscheinlich die farblosen Nebenformen verschiedener gefärbter Chlamydomonaden umfassend. So stellt *Polytoma* die farblose Paralleform zu *Chlamydomonas*, *Hyalogonium* die von *Chlorogonium*, *Tetrahlepharis* von *Carteria* dar.

Die hier zusammengefaßten Gattungen lassen sich sehr schön im Sinne einer allmählichen Reduktion des Assimilationsapparates anordnen: *Tetrahlepharis* ohne Chromatophoren, doch noch mit Pyrenoid, *Polytoma* ohne Pyrenoid, doch noch mit Stärke als Reservestoff und diese wie bei *Tetrahlepharis* im Raume des ehemaligen Chromatophoren (?) abgegrenzt, das gleiche auch bei *Hyalogonium*; *Tussetia* schließlich auch nicht mehr Stärke bildend, sondern nur mehr fette Öle speichernd, die bei den anderen Gattungen mit der Stärke zusammen auftreten. Dazu bei vielen dieser Gattungen noch das Stigma. Die meisten Gattungen, mit Ausnahme von *Polytoma* schlecht bekannt. Die Ernährungsphysiologie von *Polytoma* von E. Pringsheim geklärt (s. allgemeinen Teil). Die anderen Gattungen biologisch vielleicht enger eingestellt als *Polytoma*.

Vermehrung und geschlechtliche Fortpflanzung von den meisten Gattungen mit Ausnahme von *Hyalogonium* und *Tetrahlepharis* bekannt, bei welchen Formen wir nur die ungeschlechtliche Vermehrung kennen.

Ungemein verbreitete und speziell in der Gattung *Polytoma* ungemein häufige Reihe. Über Kulturen dieser Reihe siehe die Arbeiten von E. Pringsheim.

Die Gattungen dieser Reihe verhalten sich zu den gefärbten Chlamydomonaden wie ungefähr *Astasia* zu *Euglene*, *Monas* und *Oicomonas* zu *Chromulina* und *Ochromonas*, die farblosen Gymnodinien zu den gefärbten, *Chilomonas* farblos (ebenfalls mit Stärke) zu *Cryptomonas* usw.

1. Zellen mit vier Geißeln, Pyrenoid vorhanden.

Tetrahlepharis (S. 374).

11. Zellen mit zwei Geißeln; soweit bekannt ohne Pyrenoid.

1. Mit meist zarter Membran, ohne festes Gehäuse.

A. Reservestoff Stärke.

1. Zellen ellipsoidisch bis eiförmig. ***Polytoma*** (S. 377).

2. Zellen lang gestreckt-spindelförmig.

Hyalogonium (S. 393).

Tussetia (S. 394).

B. Reservestoff nur Öl.

2. Mit festem Gehäuse

Chlamydothlepharis (S. 398).

Anhang: Zellen zweigeißelig vor dem Geißelansatz eine schiefe seitliche Ausrandung, die in ihrer Stellung unsichere ***Parapolytoma*** Jameson (S. 401).

Man vergleiche auch die ähnlichen Gattungen: *Polytomella*, *Aragao*, die ebenfalls vier Geißeln und auch Stärke hat, aber kein Pyrenoid und auch keine differenzierte Membran, so daß bei ihrer Teilung Durchteilung der ganzen Zelle und nicht Teilung des Protoplasten innerhalb der erweiterten Membran stattfindet wie bei *Tetraphlepharis* (s. *Polyblepharidaceae* S. 109); ferner *Chlamydo-blepharis* Francé, die nur zwei Geißeln hat, deren Protoplast aber in eine spröde oft löcherig durchbrochene Schale eingeschlossen ist, die vorne nur eine einzige Öffnung für die Geißeln frei läßt.

Ferner vergleiche man auch die in ihrer Stellung und jetzt noch bei den Protomastigininen stehenden, ebenfalls zweigeißeligen Gattungen aus der künstlichen Familie der Amphimonadaceae: *Amphimonas*, *Streptomonas*, vielleicht auch *Spongomonas* und möglicherweise auch *Rhipidodendron* und *Chladomonas*, die erst bei genauem Studium ihre sichere Verwandtschaft erkennen lassen werden und z. T. möglicherweise zu den Volvocineen Beziehungen haben.

Es gibt auch farblose *Trachelomonas*-Arten, die aber nur eine einzige Geißel und eine derbe Schale haben. Die ebenfalls zweigeißeligen farblosen Cryptomonaden haben dorsiventralen, asymmetrischen Bau, und zwei ungleichlange Geißeln.

Kolonienbildende farblose Polytomeen, gewissermaßen eine farblose Parallelreihe zu den Volvocaceen sind nicht bekannt geworden. Die von van Tieghem beschriebene *Sycamina nigrescens* ist so unvollständig bekannt gegeben, daß sie gestrichen werden sollte.

Tetraphlepharis Senn.

(*Carteria* pro parte, *Chlamydomonas* aut. pro parte, *Tetramitus* - pro parte.)

Zellen ellipsoidisch bis schwach eiförmig, basal sehr breit abgerundet, vorne manchmal ein wenig verschmälert. Membran deutlich, manchmal, besonders basal, sehr weit abstehend, vorne mit einer kleinen Papille (ob bei allen Formen?). Chromatophor völlig fehlend. Kern etwas vor oder in der Mitte, deutlich, groß, mit deutlichem Kernkörperchen. Darunter befindet sich ein kugeliges Gebilde, das in seiner Stellung völlig dem Pyrenoid gefärbter Formen entspricht und an dem auch manchmal Stärkekörnchen, wie Öl nachzuweisen sind; es ist also aller Wahrscheinlichkeit als Pyrenoid zu deuten. Peripher in der Zelle bis unter die Geißelbasis reichend, bei guter Ernährung ein Mantel aus elliptischen Stärkekörnern, die besonders in der unteren Hälfte sehr gehäuft sein können. Daneben auch Öl, das allerdings meist in kleineren Tröpfchen verteilt auftritt. Mit oder ohne Stigma, wenn vorhanden, so dem Vorderende genähert. Geißeln körperlang oder länger, vier Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung mehr im unbeweglichen Zustande, doch auch, soweit ich beobachten konnte, hier und da im beweglichen Zustande. Längsteilung mit nachfolgender Drehung, meist vier Tochterzellen liefernd.

Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet, doch sehr wahrscheinlich. Es kamen kleine nackte Schwärmer zur Beobachtung und ferner damit alle Übergänge ruhender nackter Zellen bis zu derbhäutigen Sporen, die die Deutung als Zygoten oder Aplanosporen möglich machen.

Diese farblose Gattung stellt zweifellos die Parallelf orm zu *Carteria* dar. Klebs bezeichnet diese eine Form ausdrücklich als solche und sie verhält sich zu *Carteria* wie *Polytoma* zu *Chlamydomonas* oder *Hyalogonium* zu *Chlorogonium*. Interessant ist der Umstand, daß trotz der Reduktion des Chromatophoren, das Pyrenoid erhalten geblieben ist. Merkwürdigerweise hat dieses Pyrenoid nicht die richtige Deutung gefunden. Klebs spricht von einem glänzenden Öltropfen, der an der Stelle des Amylonkernes der grünen Formen läge und von anderen Autoren wurde das Pyrenoid direkt als ein zweiter Kern angesprochen. Der Klebssche Irrtum ist deshalb begreiflich, weil im Protoplasten von *Tetraphlepharis* tatsächlich Öl als Tröpfchen auftritt und manchmal von diesem Öl etwas an das Pyrenoid, das immer unter dem Kerne liegt, angelagert ist. In der allgemeinen Reduktionsreihe gefärbter Chlamydomonaden zu farblosen nimmt *Tetraphlepharis* eine bedeutungsvolle Stellung ein: der Chromatophorenapparat als solcher ist reduziert, doch ist noch das Pyrenoid, das Stigma und auch die Speicherung von Stärke da. Bei der ebenfalls farblosen *Polytoma* ist zwar noch Stärkespeicherung und das Stigma, aber das Pyrenoid ist verschwunden. Am Schlusse stehen die Formen, die weder Pyrenoid noch Stärkespeicher haben, sondern nur das bei *Tetraphlepharis* mit vorkommende Öl als Speicherstoff ausbilden (*Tussetia*).

Die beiden angegebenen sicheren Arten sind nicht deutlich nach den bisherigen Erfahrungen abzugrenzen. Ich sah nur die eine Form, die Klebs als farblose Nebenform zu *Carteria multifilis* angibt, dagegen sah ich die von Zacharias zuerst beschriebene Form noch nicht.

Die Gattung verdiente genaues Studium, da sie viel bedingter in ihrem Vorkommen ist als *Polytoma* und weil sie neben Stärke auch unter Umständen sehr Öl speichert. Die ökologischen Verhältnisse sind nicht klar, die Monaden scheinen immer nur relativ spärlich mit faulenden Algenmassen und faulenden Wasserpflanzen vorzukommen. Sie halten auch in den gewöhnlichen Kulturen nicht lange aus und scheinen viel weniger widerstandsfähig zu sein wie *Polytoma*.

Drei Arten, eine sehr unsicher.

- | | |
|--|-------------------------|
| I. Zellen mit Papille kugelig. | T. multifilis 1. |
| II. Zellen ohne Papille. | |
| 1. Verkehrt eiförmig, oft mit zarten Längsstreifen in der Membran. | T. obovalis 2. |
| 2. Kugelig, unsichere Art. | T. globulosa 3. |

1. *Tetraphlepharis multifilis* (Klebs) Wille em. Pascher (*Polytoma multifilis* Francé) (Fig. 345). Zellen leicht kugelig, manchmal etwas gegen das Vorderende verschmälert und dann sehr breit eiförmig oder ganz schwach ellipsoidisch. Membran sehr deutlich, manchmal fast derb; manchmal leicht rötlich gefärbt und wie schon Klebs angibt, manchmal der Länge nach deutlich gestreift und basal oft sehr weit abstehend. Vorne eine kleine Membranpapille, mit vier etwas überkörperlangen Geißeln. Vorne zwei kontraktile Vakuolen. In der Mitte oder etwas vorher der deutliche große Kern, darunter das Pyrenoid, glänzend

und scharf begrenzt, in seiner Größe ziemlich konstant. Stigma deutlich, im vorderen Viertel gelegen, etwas länglich. Teilung der Länge nach, vier Tochterzellen gebend. Soweit ich sehen konnte, wurde das Pyrenoid vor der Teilung etwas undeutlicher. Die ausgeschlüpften Tochterzellen mehr länglich oder eiförmig, sehr bald aber zu normaler Form heranwachsend. Möglicherweise gehören *Tetralepharis multifilis* auch kleinere, derbwandige Dauerzellen, in deren jungen Stadien deutlich ein Augenfleck zu sehen war, während bei älteren Stadien die

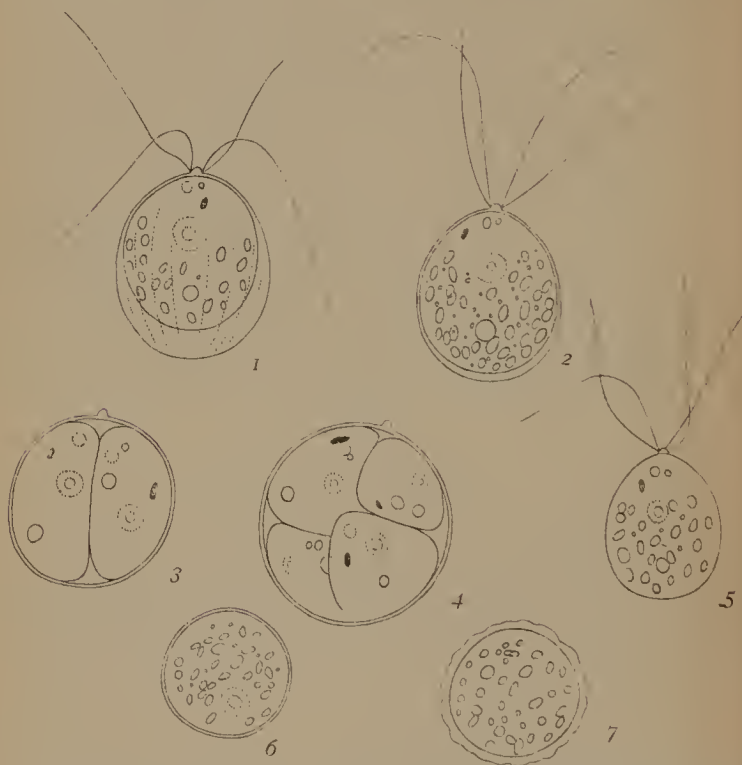


Fig. 345. *Tetralepharis multifilis*. 1, 2 vegetative Zellen; 3, 4 Teilung; 5 Gamete (?); 6, 7 junge und ausgewachsene Zygote (?).

dichte Stärkehülle und auch die vielen Öltropfen alles verdeckten. Diese hatten im reifen Zustande eine leichtwellige, vielleicht ungleichmäßig warzige Haut. Länge der Zellen 12–20 μ , Breite 8–15 μ , Durchmesser der Sporen 12–14 μ .

Zwischen faulenden Algenwatten und faulenden Wasserpflanzen in Altwässern der Olsch im südlichen Böhmen. Von Klebs nun Tübingen gesehen. Sicher verbreitete Form.

2. *Tetralepharis obovalis* Pascher (Fig. 346a). Zellen breit verkehrt eiförmig; beidseits, vorne breit abgerundet. Membran relativ fest, manchmal leicht bräunlich oder gelblich, vorne nicht zu einer Membranpapille verdickt, manchmal deutlich längsstreifig, nicht selten weit vom Protoplasten

abstehend. Geißeln etwas über körperlang. Vorne ein deutliches, rundes bis längliches, leicht gelbrotes Stigma. Pyrenoid im basalen Drittel, deutlich. Kontraktile Vakuolen anscheinend vier; doch war gerade dies nicht sicher festzustellen. Sicher waren es mehr als zwei. Im Protoplasten relativ große Stärkekörner und soweit beobachtet, immer relativ große, gelbrote Öltropfen. — Teilung der Länge nach angelegt, dann Drehung und der Quere nach durchgeführt. Zellen 15–25 μ lang; 15 bis 19 μ breit. — Andere Stadien, vor allem nicht die geschlechtliche Fortpflanzung, beobachtet.

Aus einem Wiesentümpel mit fauligem Wasser, im ersten Frühjahr. War in der Kultur nicht zu halten. Vielleicht oligotherme Form?

3. **Tetralepharis globulosa** Senn (*Tetramitus globulosus* Zacharias (Fig. 346b). Unvollständig beobachtete Art, kugelig bis leicht ellipsoidisch. Membran anscheinend dicht anliegend ohne vordere Membranpapille. Geißeln körperlang. Kern etwas vor der Mitte, Pyrenoid im unteren Drittel. Stärke und fettes Öl. Anscheinend ohne Stigma.

Aus Schleswig Holstein (Plön).

Sehr unzureichend beschriebene Art.

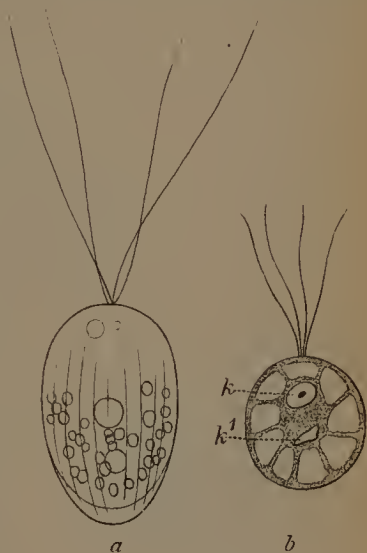


Fig. 346. *a* *Tetralepharis ovalis*. *b* *P. globulosa*. H_1 = Pyrenoid (*b* nach Zacharias).

Polytoma.

Monas Müller pro parte — *Ulvella* Bory — *Chamaemorus* Bory — *Chlamydomonas* Cohn p.p. — *Glenopolytoma* Diesing — *Glenophyllum* Diesing. Synonyma von Wille zusammengestellt.

Einzelnd lebend, bis auf den bei manchen Formen vorhandenen Augenfleck als Einzelindividuen völlig farblos. Membran deutlich glatt oder auch manchmal längsstreifig oder mit einer zarten Gallert-hülle überkleidet; basal und an den Seiten nicht selten deutlich abstehend, mit oder ohne vordere Papille und zwei meist etwas körperlangen doch auch viel längeren Geißeln. Membran manchmal etwas gelblich oder leicht bräunlich verfärbt. Im Protoplasten basal und auch wandständig scheibchenförmige Stärkekörner¹⁾, dazwischen

1) Wird in den Zellen die Stärke abgebaut, so erfolgt nur Braunfärbung bei J.-zusatz. Manchmal gelingt es aus unbekannten Gründen nur schwer, die Blaufärbung der Stärke zu erreichen (Membranbeschaffenheit?). Im angetrockneten *Polytoma*-Material erhält man aber fast immer Blaufärbung.

nicht selten kleine Tröpfchen eines leicht gelblich oder rötlich gefärbten Öles. Doch ist diese Verteilung der Stärkekörner nicht immer vorhanden. Niemals ein Pyrenoid sichtbar. Kern der Zelle etwas über der Mitte bis weit vorne gelegen. Augenfleck meist schön rot, doch auch blaßgelblich (oft schwer zu bemerken) vorne gelegen, auch fehlend. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne unter der Geißelbasis (bei einer Art vier).

Teilung meist als Längsteilung angelegt, sehr bald durch Drehung in die Querlage übergehend, meist vier, seltener auch acht Tochterzellen liefernd, die in verschiedener Lage, entweder auf-



Fig. 347. *Polytoma*. Teilungsstadium (Gametenbildung), Kopulation, Zygote (nach Francé).

recht nebeneinander oder auch tetradrisch zueinander zu liegen kommen. Geschlechtliche Fortpflanzung beobachtet: Kopulation annähernd gleicher (im allgemeinen aber immer etwas variationsmäßig verschiedener) Gametozoosporen, die in ihrer Kopulation keine Beziehung zu irgendwelchen Größenunterschieden erkennen lassen. Zygote kugelig mit drei, davon meist zwei derben, Membranschichten, viel Stärke und Öl und oft leicht verschleimter Außenmembran. Bei der Keimung sich wahrscheinlich wie die Zygoten der meisten *Chlamydomonas*-Arten verhaltend und vier kleinere, etwas schmalere Schwärmer ergebend, die sehr bald zur normalen Größe heranwachsen (Fig. 347).

Asexuelle Aplanosporen bekannt. Sowohl innert der Mutterzelle wie auch außerhalb derselben, nach Austreten des Protoplasten, gebildet. Bei der Keimung wird nur ein (seltener zwei) Schwärmer gebildet.

Ich halte auch palmellenartige Zustände für möglich, wenigstens heißen Stadien, die ich sah, keine andere Deutung zu.

Eine besondere Erwähnung muß die merkwürdige Hülle erfahren, die gelegentlich von manchen *Polytoma*-Formen ausgebildet

wird. Wie bereits in der Beschreibung erwähnt, bildet sich um die Membran manchmal eine dünne, leicht verquollene Gallerthülle aus, über deren Entstehungsbedingungen bis jetzt nichts bekannt ist. Manche Stämme scheinen sehr dazu zu neigen und bilden sie, speziell im Freilande, fast regelmäßig aus, andere Stämme bilden sie nur selten ans; in der Natur kommen solche Formen an einem Standorte häufiger, an anderen überhaupt nicht vor. Möglicherweise sind es auch erblich fixierte Rassen. Die Gallerthülle, zuerst ganz farblos, färbt sich speziell im Freilande mit der Zeit brännlich. Dadurch bekommen die Zellen bei gewissen Beleuchtungen einen fast grünen Farbton und können direkt Grünfärbung vortäuschen. Anscheinend wird in diese Hüllen auch Eisenoxydhydrat eingelagert. Gleichzeitig aber treten in den Hüllen kleine, oft merkwürdige Körperchen auf, kleine kugelige Gebilde, die in größerer oder in geringerer Anzahl vorhanden sein können und oft in dichter Lage die ganze Hülle überdecken. Sie als Exkretkörner anzusprechen, geht deshalb nicht sehr, weil sie außen auf der Hülle sind und nicht gut vom Protoplasten abgeschieden werden können. Ich halte es für nicht wahrscheinlich, daß es sich um Bakterien handelt, die hier symbiontisch in der Gallerte leben und vielleicht auch mit der Braunfärbung der Gallerthülle direkt in Zusammenhang stehen können. Leider tritt gerade die Erscheinung selten auf, so daß es mir nicht gelang, mehr den Dingen nachzugehen. Es sei ausdrücklich erwähnt, daß solche Formen bei einigen Rassen leicht und häufig auftreten, bei anderen aber nicht häufig sind. In Reinkulturen treten sie wahrscheinlich nie auf, nur in Rohkulturen, in ersteren fehlen ja die Bakterien.

Es sei bemerkt, daß auch in den Gallerten der Chrysomonaden ähnliche Gebilde auftreten: bei *Chrysostephanosphaera*, bei *Lepochromulina* und anderen Gattungen. Hier würden sie als Exkretkörner bezeichnet. Auch hier scheint es, als ob es sich um Bakterien handeln würde. Nachprüfung tut deshalb not, weil es sich bei den genannten Chrysomonaden (und auch anderen) um eine ganz regelmäßige Erscheinung handelt, die förmlich mit in die Gattungs- resp. in die Artdiagnose einbezogen wurde.

Auch in den Gallerten einzelner Chlamydomonadineen, speziell von Formen, die mehr im Palmellenstadium leben, kommen ähnliche Gebilde vor.

Die Gattung *Polytoma* ist künstlich. Es werden eben in dieser Gattung die behäuteten, einzeln lebenden Volvokalen zusammengefaßt, die, völlig farblos, kein Pyrenoid mehr haben. Es sind farblose Nebenformen zur Gattung *Chlamydomonas*. In beschränktem Maße finden sich hier einzelne *Chlamydomonas* Typen in farbloser Ausbildung wieder, so daß wir direkt Parallelförmigkeiten finden können.

Polytoma fusiforme

Polytoma tetraolare

Polytoma minus

Chlamydomonas caudata.

Chlamydomonas tetraolaris.

Chlamydomonas Ehrenbergi?

Die Artsystematik von *Polytoma* ist nach dem Gesagten mehr als unbefriedigend, obwohl sich hier bei systematischer Überprüfung der einzelnen Formen sicher Zusammengehörigkeiten werden erweisen lassen. Dazu hat sich im morphologisch vergleichendem Sinne seit Jahren niemand mehr mit der Gattung beschäftigt.

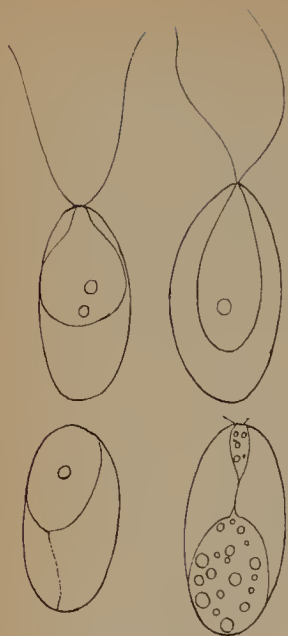


Fig. 348.

Polytoma. Hungerformen
(nach E. Pringsheim).

derzeit jede zweigeißelige, farblose Chlamydomonadine als *Polytoma uvella* bezeichnet. Jedenfalls ist es bei *Polytoma* nötiger als bei

Daß auch hier konstitutionell verschiedene Formen vorliegen, hat der Zoologe Entz erwiesen, der in seinen cytologischen Untersuchungen über *Polytoma* zeigen konnte, daß die Zahl der Chromosomen speziell von *Polytoma uvella* in hohem Maße schwanken kann: während die Normalzahl der meisten Chlamydomonadaceae und vielleicht der Volvocales überhaupt 8 oder 10 ist, fand Entz, daß bei der von ihm untersuchten Form, übrigens einer kleineren *Polytoma uvella*-Form, die Chromosomenzahl 4, 8 oder 16 war. Es handelt sich hier also um Verschiedenheiten, die diploiden und tetraploiden Rassen entsprechen würden; dazu fand Dangeard, daß auch Formen vorkommen mit — 6 Chromosomen.

Im Zusammenhange damit fand Entz auch, daß unter Umständen reduktionsartige Kernteilungsvorgänge vor der Schwärmerbildung stattfinden.

Das Meiste von *Polytoma* wird als *P. uvella* bezeichnet, ich glaube, daß aber auch die anderen Arten wiederholt behandelt wurden; es wird eben

anderen Formen, bei allen Untersuchungen ganz genau die Morphologie zu berücksichtigen¹⁾.

Ich gebe im folgenden eine ganz provisorische Gliederung, bin aber überzeugt, daß eingehende Untersuchungen vielfach ganz andere Umgrenzungen nötig machen werden.

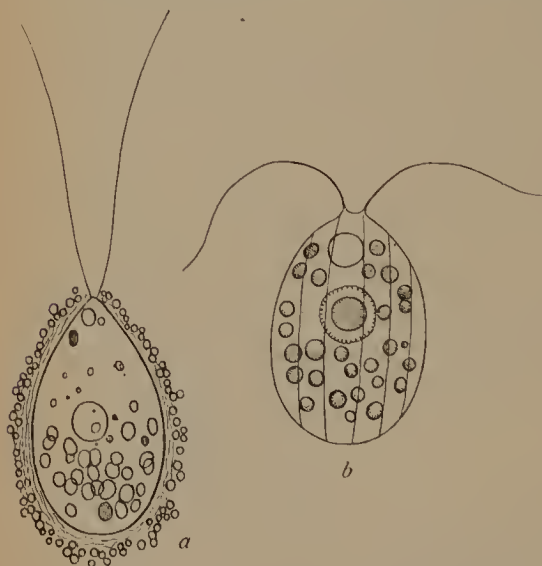


Fig. 349. *Polytoma*-Zellen. *a* mit Hülle und Auflagerungen; *b* Form mit längsstreifiger Membran (*b* nach Francé).

1) Leider geben nur die wenigsten Autoren, die *Polytoma* studierten, genaue und gute Bilder der lebenden Zellen der von ihnen untersuchten Formen.

Bestimmungsschlüssel der Arten^{1) 2)}.

I. Nicht ausgesprochen dorsiventrale Arten.

1. Zwei kontraktile Vakuolen.

A. Sehr kleine, kaum $10\ \mu$ messende, gestreckt eiförmige Art.**P. minus** 1.

B. Konstant größere Formen.

a) Ohne oder mit sehr kleiner Papille.

a) Zellen eiförmig bis ellipsoidisch, mit oder ohne Augenfleck, mit oder ohne kleiner Papille; nicht spindelförmig oder schwanzartig ausgezogen (künstliche Sammelart).

P. uvella 2.

β) Zellen spindelförmig oder basal schwanzartig ausgezogen.

* Ohne Papille.

P. spicatum 3.

** Mit kleiner, doch deutlicher Papille.

P. caudatum 4.

b) Auffallend große, halbkugelige Papille, Zellen ellipsoidisch.

P. papillatum 5.

2. Drei kontraktile Vakuolen; Augenfleck groß, strichförmig; Zellen ellipsoidisch-eiförmig.

P. ocellatum 6.

3. Vier kontraktile Vakuolen, Zellen fast kugelig.

P. tetraolare 7.

4. Zahlreiche Vakuolen; Zellen spindelförmig, mit breiter, flach abgesetzter Papille.

P. fusiforme 8.

II. Ausgesprochen dorsiventrale Form, mit flacher bis sogar konkaver Bauch- und hochgewölbter Rückenseite.

P. dorsiventrale 9.Vergleiche auch *P. cylindraceum* (S. 390) mit konstant langgestreckt wälzlichen, papillaten Zellen.

1. **Polytoma minus** Pascher (Fig. 350). Zellen sehr gestreckt-eiförmig, nach vorne lang und schmal verschmälert, basal breit abgerundet. Zellen häufig asymmetrisch, basal auf einer Seite mehr entwickelt oder auch leicht gekrümmt. Membran nicht

1) „*Polytoma*“ ist Neutrum nicht Femininum.

2) Es sei gleich bemerkt, daß ein Teil der Arten unsicher ist, ein Teil aber ganz heterogene Sammelarten darstellt (*P. uvella*)! Morphologisch charakterisiert sind: *P. minus*, *P. caudatum*, *P. papillatum*, *P. fusiforme*, *P. tetraolare*, *P. dorsiventrale*. Wahrscheinlich auch das zu wenig gesehene *P. cylindraceum*. Ganz aufzulösen wird *Polytoma uvella* sein.

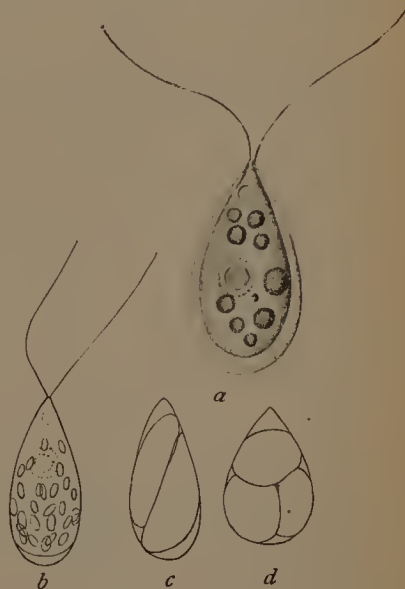


Fig. 350. *Polytoma minus*.
a, b vegetative Zellen; c, d Teilung
(a nach Francé).

sehr zart, oft fast derb, manchmal leicht bräunlich, ohne Papille, oft weit vom Protoplasten abstehend. Geißeln bis $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Stärkekörner relativ klein. Soweit gesehen, ohne Stigma. Zwei vorne gelegene Vakuolen. Teilung schief, der Länge nach angelegt, sehr frühzeitige Drehung. Meist nur zwei Tochterzellen. Andere Stadien nicht gesehen. Zellen nur $7-10\ \mu$ lang, $3-6\ \mu$ breit. Größere Formen, vielleicht durch Teilungshemmung entstanden, nur sehr selten.

Bereits von Francé erwähnt und abgebildet und als kleine Form von *Polytoma uvella* hingestellt. Anscheinend seltene Form, die ich nur einmal in faulendem, angetriebenem Schilf mit Algenwatten sah.

2. **Polytoma uvella** Ehrenberg (*Chlamydomonas hyalina* Cohn). Zellen in der Form sehr schwankend, doch innerhalb der einzelnen Stämme konstant; eiförmig bis eiförmig-ellipsoidisch, oder fast völlig ellipsoidisch, doch auch fast eikegelförmig, niemals kugelig oder lang zylindrisch, wenn auch manchmal sehr gestreckt eiförmig. Basal abgerundet, bis stark kugelig abgerundet; manchmal, doch relativ selten, basal deutlich verschmälert und fast spitz; nur sehr selten länger schwanzartig ausgezogen. Membran meist zart, basal nicht selten abstehend; manchmal erstreckt sich aber diese Abhebung auch über die Flanken bis fast ganz nach vorne¹⁾, meist völlig glatt, selten mit ganz zarten Längsstrichen ohne oder mit kleiner Papille. Im Freilande häufiger, in Kulturen viel seltener, außen mit einer zart gelatinösen Außenschicht versehen und dann manchmal fast beschalt aussehend, Hülle dann oft leicht bräunlich und oft mit körnigen Einlagerungen. Vorne ohne oder mit Plasmapapille. Geißeln $1-1\frac{1}{2}$ mal körperlang, mit sehr kurzem Endstücke.

Protoplast manchmal mit deutlicher Plasmapapille, manchmal ohne solche (hier spielt unter Umständen der Entwicklungsgrad mit, Nähe von Teilungen nsw.); peripher, doch nicht weiter streng lokalisiert, die Stärkekörner, bei geringem Stärkegehalt, mehr in der unteren Hälfte, bei reichem bis fast nach vorne reichend, doch die Stärkekörner auch anders verteilt, oft nur vorne, manchmal nur mehr in der Mitte. Stärkekörner elliptisch, ziemlich flach. Kern etwas vor der Mitte. Stigma fehlend oder vorhanden, dann im vorderen Drittel, in seiner Ausbildung resp. Rotfärbung ungemein schwankend, bei manchen Rassen sehr groß, elliptisch bis rund, bei anderen deutlich rot, doch nur punktförmig oder kaum bemerkbar, gelblich rot und dann oft sehr blaß. Oft die roten Bestandteile in kleine getrennte Tröpfchen aufgelöst. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen.

Vermehrung durch Längsteilung mit Querdrehung. Diese während oder schon vor der Teilung erfolgend. Bildung von meist vier Tochterzellen; manchmal deren auch acht. Lage der Tochterzellen verschieden, meist tetraedrisch, doch auch der Länge nach. Tochterzellen meist schon mit zarter Membran

1) Bei Hungerformen mit sehr aufgezehrten Protoplasten steht sie sehr weit von diesem ab. (Siehe S. 380, Fig. 348.)

austretend, doch gibt es auch Rassen, bei denen sie nackt austreten und die Membran erst hernach bilden. Mißbildungen bei der Teilung nicht selten. Junge Tochterzellen oft meist gestreckter, mehr ellipsoidisch-eiförmig; doch gibt es auch Rassen mit mehr kugeligen Tochterzellen.

Geschlechtliche Fortpflanzung beobachtet. Bildung von meist acht Isogameten(?), die anscheinend nackt sind (doch nicht bei allen Rassen) und eine derbwandige Zygote bilden, deren äußere Membran glatt oder höchstens leicht kerbig ist. Zygote farblos, sich später durch die Anreicherung eines schwach gelblichen Öles etwas verfärbend. In der Zygote oft auch sehr viel Stärke. Bei der Keimung bilden sich vier (nach Francé gelegentlich auch nur zwei) Schwärmer, die den aus den vegetativen Zellen durch vegetative Teilung entstandenen Tochterzellen sehr ähnlich sehen. Palmellen nicht beobachtet, aber nicht ausgeschlossen, vielleicht werden auch gallertige Anhäufungen farbloser Zellen zu wenig beobachtet.

Aplanosporen vorhanden, in zweierlei Weise gebildet, entweder durch Abrundung des Protoplasten innerhalb der Membran und Bildung einer derb- und glattwandigen Spore; oder der Inhalt tritt, meist nach Teilung, in Form zweier Schwärmer aus, die nach ganz kurzen Schwärmern sich encystieren. Keimung dieser Aplanosporen nicht beobachtet; wahrscheinlich tritt nur ein Schwärmer aus der Cyste aus.

Größe der Zellen sehr schwankend: 15–30 μ lang, 9–20 μ breit.

Sehr verbreitete, fast immer erhältliche Art, die in Strohkulturen, in Erdaufgüssen, in faulenden Algenwatten meist massenhaft aufgeht.

Die Art ist eine Sammelart. Alles, was morphologisch nicht einer der anderen Arten zugeteilt werden kann, wird als *P. ulvella* bezeichnet. Daß hier verschiedene nicht zusammengehörige Typen vereinigt sind, geht bereits aus der weiten, schwankenden Diagnose hervor. Die Art wird durch systematische Kulturen, die ständig mit Freilandmaterial verglichen werden müssen, in ihre Komponenten aufzuteilen sein.

Auf die von Entz festgestellten konstitutionellen Differenzen bin ich bereits eingegangen.

So sehr die allgemeine Zellform in größerem Material innerhalb gewisser Grenzen schwankt, so ist sie bei den einzelnen Stämmen doch innerhalb bestimmter Grenzen konstant und es lassen sich Formen, die vorne konstant stumpf bis abgerundet sind und dabei mehr elliptischen Umriß haben, von solchen die ständig mehr eiförmig nach vorne deutlich verschmälert sind, unterscheiden.

Einzelne Stämme neigen sehr zur Bildung von Gallert-hüllen mit Einlagerungen; da es sich dabei fast immer um eiförmige, nach vorne deutlich verschmälerte Formen handelt, die außerdem, soweit ich sah, ständig einen Augenfleck haben (sie haben, soweit ich sah, auch niemals eine Membranpapille), so liegt wahrscheinlich hier ein selbständiger Formenkreis vor, wobei aber nicht gesagt sein soll, daß solche Gallerthüllen nur auf solche Formen beschränkt seien.

Ferner stehen sich scharf zwei Ausbildungen gegenüber. Solche, die niemals eine Membranpapille haben, deren Membran vorne eine kleine Öffnung besitzt, aus deren die Papille des Protoplasten vorragt und solche, die mit einer deutlichen, wenn auch oft sehr kleinen Membranpapille versehen sind. Bei diesen papillaten Formen sind ebenfalls zwei Formenreihen zu erkennen, eine, bei der die jungen Zellen sich die Membran vorne erst nach und nach zu einer kleinen Papille verdickt und solche, bei denen die Tochterzellen bereits mit einer wohlausgebildeten Membranpapille austreten. Hier werden sich durchgreifende Unterscheidungen in der systematischen Gliederung ergeben. Bemerkt sei hier aber, der Umstand daß bei den Formen mit verzögerter Papillenbildung die Teilungen oft so rasch aufeinanderfolgen, daß sich die Zellen bereits teilen, bevor sie noch ihre Papille ausgebildet haben. Hier hat eine sehr genaue Beobachtung völlig ausgebildeter Zellen zu erfolgen.

Ebenso sind die papillaten Formen in der Form der Membranpapille verschieden: fast halbkugelige, scharf abgesetzte Papillen und andere, die mehr kegelig sind und nicht abgesetzt, sondern gegen die Membran verwischt sind.

Einzelne Stämme haben niemals einen Augenfleck, bei anderen ist er sehr groß. Dabei ist zu achten, daß manche anscheinend stigmenlose Stämme die Möglichkeit der Ausbildung eines Augenfleckes haben; oft tritt er bei ihnen erst sehr spät in Erscheinung, dadurch daß die Pigmenteinlagerung erst sehr spät erfolgt. Auch hier teilen sich die Zellen oft bereits vor der Ausbildung der Stigmen und es kann auch dadurch der Eindruck erweckt werden, als handele es sich um eine wirklich stigmenlose Form. Es erfordert speziell bei Polytomen immer eine sehr genaue Prüfung, ob der Augenfleck wirklich völlig fehlt oder nur nicht ausgefärbt sei.

Meist liegt der Augenfleck vorne, doch gibt es auch Stämme mit fast basalem Stigma. Eine Form, die ich nicht lange genug beobachten konnte, hat ein langes, strichförmiges Stigma.

Ebenso scheint die Fähigkeit, Cysten zu bilden, sehr verschieden zu sein. Manches Material bildet sie in Rohkulturen sehr leicht, manches gar nicht. Hier liegen gewiß auch Rassendifferenzen vor. Ich halte es ferner nicht für ausgeschlossen, daß einzelne Rassen direktes Austrocknen vertragen. Ich fand im ausgetrockneten Schlamm *Polytoma*-Zellen mit einseitig angetrocknetem Protoplasten; nach Einführung in abgekochte, sehr verdünnte, Jauche quoll der Protoplast, die Monade wurde beweglich. Dabei war die Membran der ausgetrockneten Zellen nicht verdickt. Ferner sind Unterschiede in der Fähigkeit, Öl zu bilden, vorhanden. Sicher spielen hier auch Außenfaktoren indirekt mit. Aber manche Rassen bilden nur wenig Öl aus, andere sind neben der Stärke mit großen Öltropfen versehen. Auch die Form der Stärkekörner ist bei den einzelnen Rassen nicht gleich. Einige haben ganz kleine Körnchen, andere aber große Scheibchen.

Gewiß sind viele dieser Unterschiede auch milieubedingt, aber die einzelnen Rassen antworten auf die beschriebenen Milieuveränderungen nicht in der gleichen Weise. Jedenfalls kann *Polytoma uvella* in der jetzigen Fassung nur als Provisorium beibehalten werden.

Es seien hier einige Typen bezeichnet, die mir konstante Formen zu sein scheinen und die sich vielleicht bei genauerem Studium als Arten erweisen dürften. Die beigesetzten Namen sind nur deshalb beigesetzt, weil ich sie bereits bei der Bestimmung eingesandten Materials gebrauchte.

Zellen ausgesprochen ellipsoidisch bis breit eiförmig, vorne abgerundet, nach vorne meist kaum verschmälert.



Fig. 351. *Polytoma obtusum*.

Basal breit abgerundet, nach hinten manchmal leicht verschmälert und dann die ganze Zelle fast leicht verkehrt eiförmig. Membran meist anliegend, immer ohne Papille, manchmal leicht gelblich gefärbt. Soweit ich sah, immer ohne Ver-



Fig. 352. *Polytoma obtusum* (nach cyt. Präparaten)
(nach Dangeard).

gallertung und ohne Auflagerungen. Geißeln etwas über körperlang. Kein Stigma. Stärkekörner relativ groß, scheibchenförmig. Teilung immer als Querteilung. Zellen 12–18 μ lang, 9–12 μ breit (*Polytoma obtusum*) (Fig. 351, 352).

Zellen immer mehr oder weniger eiförmig, nach vorne meist stark verschmälert, oft asymmetrisch. Membran ziem-

lich derb, ohne Papille, Protoplast meist deutlich papillös über die Membran vorragend. Vergallertung der Membran und Auflagerungen auf dieselbe nicht selten. Stigma meist deutlich ausgefärbt. Geißeln bei erwachsenen Zellen kaum



Fig. 353. *Polytoma maius*.

körperlang. Stärkekörner elliptisch, relativ groß. Teilung schief angelegt in Querteilung übergehend. Zellen 16 bis 38 μ lang, bis 20 μ breit. Möglicherweise mit dem von Francé unvollständig beschriebenen *Polytoma rostratum* identisch (*Polytoma maius*) (Fig. 353).

Zellen sehr gestreckt eiförmig, immer sehr schmal; ebenfalls oft asymmetrisch, nicht selten leicht gekrümmt, basal manchmal nicht abgerundet, sondern fast verschmälert stumpf, doch niemals spindelförmig, sondern immer gestreckt eiförmig bleibend. Geißeln etwas über halbkörperlang. Membran sehr zart, basal oft weit abgehoben. Immer ohne Papille. Stigma nie



Fig. 354. *Polytoma angustum*.

Fig. 355. *Polytoma pseuduvella*.

mals gesehen. Stärkekörner auffallend klein. Zellen 13–25 μ lang, doch nur höchstens 5–12 μ breit (*Polytoma angustum*) (Fig. 354).

Zellen eiförmig, nach vorne verschmälert, soweit gesehen, nicht gestreckt eiförmig oder gar leicht walzlich. Manchmal

asymmetrisch. Membran relativ derb, oft weit abstehend, vorne zu einer kleinen stumpfen Papille verdickt. Stigma fast immer deutlich. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Tochterzellen bereits in der Mutterzelle mit derber Membran und Papille versehen. Zellen $12-21\ \mu$ lang; $9-17\ \mu$ breit (*Polytoma pseuduvella*) (Fig. 355).

Zellen sehr gestreckt eiförmig; manchmal fast walzlich bis ellipsoidisch, oft asymmetrisch und schief. Basal abgerundet oder stumpf. Nach vorne leicht verschmälert.



Fig. 356. *Polytoma uvella* (nicht sehr charakteristische Form).

Nur an ganz erwachsenen Zellen eine kleine Papille vorhanden. Geißeln bis $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Junge Zellen besonders noch innerhalb der Mutterzelle ohne verdickte Papille. Stigma meist, doch nicht immer zu sehen, Teilung quer (*Polytoma uvella* im engeren Sinne) (Fig. 356).

Damit sind die existierenden Formen natürlich noch lange nicht erschöpft. Ich vermag auch nicht zu sagen, inwieweit die fünf hier angegebenen Formen zueinander Beziehungen haben und inwieweit sie sich in Kulturen als konstant erweisen werden. Sie fielen mir im Freilande aber immer als gut unterscheidbar auf. Womit nicht gesagt ist, daß es mir möglich war, alle im Freilande vorkommenden Formen mit einer dieser Gruppen zu identifizieren.

In die Nähe von *Polytoma uvella* wird von Francé gestellt *Polytoma striatum*, das aber kaum aufrecht zu erhalten sein wird und neuerlichen Studiums bedarf (Fig. 349 b).

Zelle größer als bei *Polytoma uvella*; breit eiförmig, basal breit abgerundet, vorne kaum verschmälert; mit zarter Membran und ohne vordere Papille. Membran mit zarten längslaufenden Parallelstreifen. Geißeln annähernd körperläng. Kern zentral; die beiden kontraktile Vakuolen vorne. Stärkekörner unregelmäßig verteilt. Vermehrung wie bei *Polytoma uvella*. Länge 24 μ , Breit bis 13 μ .

Bis jetzt in der typischen Form nur einmal aus Ungarn (bei Lepseny, Sumpf bei Vespem) mit Rhabdomonaden und *Astasiopsis curvata* Klebs in einer faulenden Algenkultur (Francé). Die typischen Formen sah ich nicht. Dagegen konnte ich einmal Formen sehen, die ebenfalls etwas längsgestreifte Membranen hatten, aber kleiner waren und darin der *Polytoma uvella* gleichkamen. Sonst aber waren sie morphologisch der Francéschen Art entsprechend, nur handelte es sich hier nicht um ausgesprochene, zusammenhängende Längsstreifen, sondern um Streifensysteme, die zwar den Eindruck von Längsreihen machten, aber oft der Länge nach nicht zusammenhängend waren. Es war auch nicht zu entnehmen, wodurch diese Längsstreifen hervorgerufen wurden. Fast schien es, als handele es sich nicht um Verdickungsskulpturen, sondern vielleicht um mehr oder weniger regelmäßige Fältelungen der Membranen.

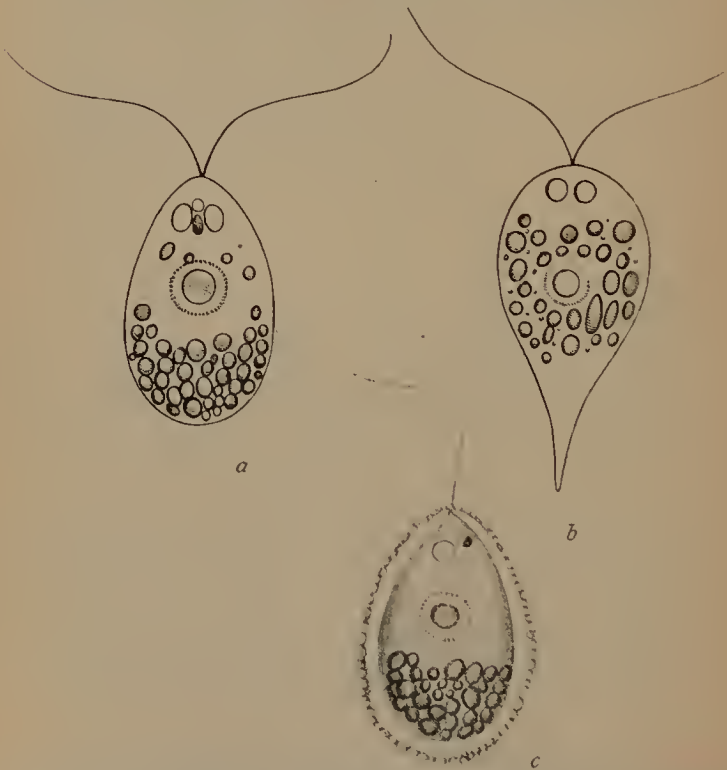


Fig. 357. *Polytoma*. *a* *ocellatum*; *b* *spicatum*; *c* eingeiBellige Form mit Auflagerungen (nach Francé).

3. *Polytoma spicatum* Krassiltschik (Fig. 357b). Zellen verkehrt eiförmig bis fast gestreckt herzförmig, basal immer sehr stark verschmälert und fast schwanzartig ausgezogen, vorne meist breit abgerundet. Membran sehr zart, ohne Papille. Geißeln meist kürzer als die Zelle. Kern zentral. Stärkekörner unregelmäßig in der Zelle verteilt, mehr länglich. Manchmal ein deutliches Stigma. Vermehrung durch Vierer- oder Achterteilung. Länge 18–24 μ , Breite 11–13 μ .

Aus Ungarn beobachtet: Torflachen bei Vörösvar bei Pest (ähnliche Formen sah ich auch wiederholt im Gebiete).

Es ist nicht ausgemacht, inwieweit diese Formen innerhalb des Variationskreises des *Polytoma uvella* fallen, das auch manchmal solche Formen ausbildet. Doch treten ähnliche Formen bei *P. uvella* nicht häufig auf.

Krassiltschik spricht von stigmatisierten wie stigmenlosen Formen. Das spricht eigentlich für ein Formengemisch.

4. *Polytoma caudatum* Korschikoff (Fig. 358a–d). Zellen gestreckt verkehrt eiförmig, bis $2\frac{1}{2}$ mal so lang als breit oder noch länger; basal spitz, oft ganz plötzlich in ein kleines, stumpfes Schwänzchen verschmälert. Membran zart, anliegend, nur basal manchmal etwas abstehend, vorne zu einer kleinen fast unmerklichen Papille verdickt. Geißeln bis $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Stigma groß, oft mit unregelmäßigem Umrisse, etwas vor der Mitte gelegen. Oft neben der Stärke auch große Öltropfen. Teilung der Zellen fast der Quer nach, vier Tochterzellen gebend, die zunächst sehr gestreckt ellipsoidisch bis verkehrt eiförmig, basal verschmälert und beidseits sehr stumpf sind und allmählich ihre definitive Gestalt annehmend. Andere Stadien nicht beobachtet. Länge der Zellen 12–16 μ , die jungen Zellen nur 8 μ lang. Ich kenne eine ganz ähnliche Form, ebenfalls mit kaum merklicher Papille sehen, die aber etwas größer war und bis 25 μ maß.

Rußland (Charkow), Böhmen (Franzensbad).

5. *Polytoma papillatum* Pascher (Fig. 359a). Zellen breit eiförmig, basal breit abgerundet nach vorne kaum verschmälert. Membran zart, oft basal oder an den Seiten abstehend, vorne zu einer deutlichen, oft mächtig entwickelten, fast halbkugeligen und stumpfen Hautwarze verdickt. Kern zentral, kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Stärkekörner in der üblichen Weise in der Zelle verteilt. Kein Stigma. Vermehrung durch

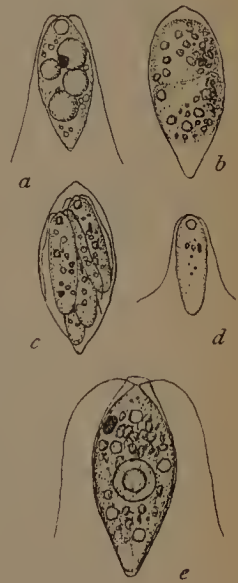


Fig. 358. *Polytoma*. a–d *caudatum*; a vegetative Zelle; b, c Teilung; d junge Zelle; e *fusiforme* (nach Korschikoff).

sekundäre Querteilung. Andere Stadien nicht beobachtet. (Möglicherweise gehören kugelige derbwandige Zellen mit mehrschichtiger Membran dazu, die den Aplanosporen resp. Zygoten anderer *Polytomen* sehr ähnlich sahen.) Länge der Zellen 12–20 μ , meist aber 15–17 μ , Breite 9–13 μ . Die kugeligen Ruhezellen annähernd 13 μ im Durchmesser.

Aus einem Wassertümpel mit faulenden Algen, im Schlamm. Oberösterreich (Ischl).

Diese Art, bereits von Francé abgebildet (Taf. XV, Fig. 10), ist durch den Besitz der großen halbkugeligen Membranpapille gegen über allen anderen *Polytoma*-Arten sehr gut ge-

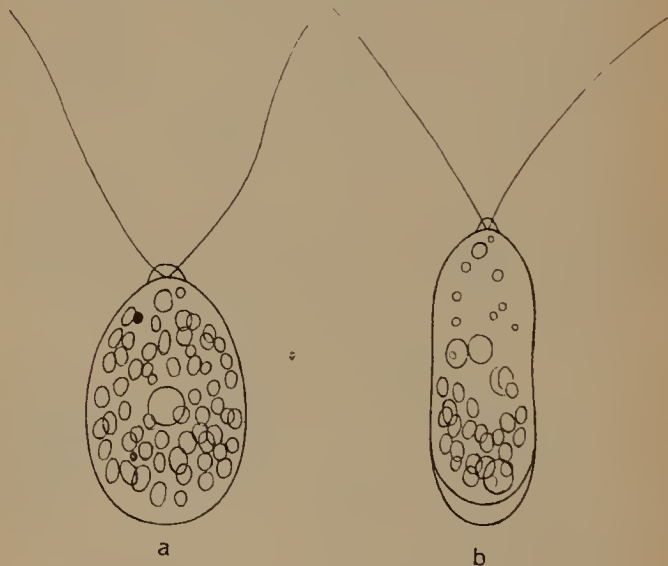


Fig. 359. *Polytoma*. *a* *papillatum*; *b* eine auffallend zylindrische Form (*P. cylindraceum*).

kennzeichnet. Sie ist auch etwas plumper als die anderen Formen. Das Auftreten dieser Form zeigt, daß innerhalb der Gattung *Chlamydomonas* die Ausbildung heterotropher Formen mehrmals erfolgt ist, ich verweise auf die verschiedenen gleich papillösen *Chlamydomonas*-Arten.

Vielleicht ist es auch hier am Platze, auf ein *Polytoma* aufmerksam zu machen: Zellen lang walzlich bis viermal länger als breit, vorne breit abgerundet und mit einer deutlichen, wenn auch kleinen Hautwarze versehen. Die beiden Geißeln etwas über halbkörperlang. Zelle basal manchmal leicht verschmälert. Membran sehr zart, basal oft vom Protoplasten abgehoben. Stärkekörner mehr in der hinteren Zellhälfte. Ohne Augenfleck, Kern vor der Mitte. Vermehrung: zuerst schiefe Teilung und dann Querdrehung. Andere Stadien nicht beobachtet. Länge 16–30 μ , Breite bis 10 μ (vgl. Fig. 359 b) (*Polytoma cylindraceum*). — Ich sah sie selber nur wenig. Sie scheint mir

trotz der Papille mit *P. papillatum* nicht näher verwandt zu sein. Francé selber spricht sie als Jugendform der des *P. uvella*, die er sehr weit faßt, an.

6. ***Polytoma ocellatum*** Francé (Fig. 357a). Zellen im allgemeinen wie *Polytoma uvella*, doch meist etwas größer, mit zarter, manchmal etwas abstehender Haut. Kontraktile Vakuolen drei. Zwischen den Vakuolen ein relativ großer Augenfleck, der breit-strichförmig ist und stets von einem kleinen darüber befindlichen Bläschen (?) begleitet wird. Geißeln knapp körperlang. Länge bis 24 μ , Breite 12 μ .

Aus Böhmen (Stein), Schweiz (Perty) zwischen faulenden Algen.

Aus dem Vörösvarer Wiesental bei Pest (Ungarn).

Ich habe diese Form nie in der von Francé gegebenen Ausbildung gesehen und habe kein Urteil über sie.

7. ***Polytoma tetraolare*** Pascher (Fig. 360). Zellen breit kugelig eiförmig bis fast kugelig, nach vorne kaum merklich verschmälert, so breit als lang oder nur wenig länger, basal immer breit abgerundet. Membran sehr zart, ohne vordere Papille; bei erwachsenen Zellen meist oft rund um den Protoplasten herum abstehend. Protoplast meist kugelig bis breiteiförmig mit kleiner, oft kaum angedeuteter Papille. Vier kontraktile Vakuolen, die vorne in einer Gruppe stehen. Kern vor der Mitte der Zelle. Stigma oft fast äquatorial gelegen oder nach vorne geschoben. Stärkekörner ziemlich groß, länglich. Teilung der Länge nach anlegt, dann rasche Querdrehung, oft nur zwei Tochterzellen gebend. Andere Stadien nicht beobachtet. Zellen 9–17 μ im Durchmesser.

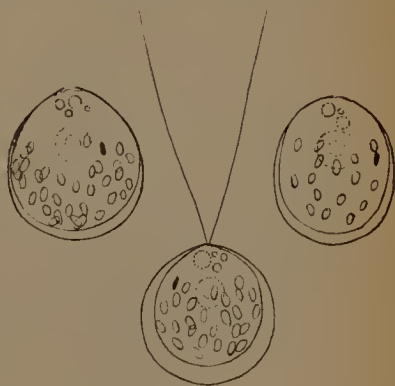


Fig. 360. *Polytoma tetraolare*.

Ein einziges Mal in einer Kultur mit faulenden Tribonemen, die aus dem Botanischen Garten in Prag stammte (vor Einleitung der neuen Wasserleitung).

Diese *Polytoma*-Art stimmt weitgehend überein mit der von Wollenweber beschriebenen *Chlamydomonas tetraolaris*, die ebenfalls vier kontraktile Vakuolen hat.

8. ***Polytoma fusiforme*** Korschikoff (Fig. 358e). Zellen breit spindelförmig, resp. ellipsoidisch, beidseits spindelförmig verschmälert; basal stumpf, vorne fast gerade abgestumpft. Membran sehr zart, basal ein wenig abstehend, vorne zu einer gerade abgestutzten breiten Papille, die nicht scharf abgesetzt ist, verdickt, an deren Kanten die beiden körperlangen Geißeln austreten. Membran manchmal leicht braun gefärbt. Protoplast klar, oft mit leicht streifiger oder netziger Struktur.

Kern zentral oder etwas darunter gelagert. Stärkekörner hauptsächlich vor und hinter dem Kerne. Stigma im vorderen Viertel, sehr groß und elliptisch-fleckförmig. Zahlreiche kontraktile Vakuolen vorhanden, die regellos über den Protoplasten verteilt zu sein scheinen. Teilung im beweglichen Zustande der Quere nach, ohne daß eine vorhergegangene Umlagerung der Protoplasten festzustellen wäre. Andere Stadien nicht beobachtet, Länge der Zellen bis 30 μ .

Aus Rußland (Charkow). Ebenso von mir in einem kleinen Wiesentümpel im holsteinschen Flachlande beobachtet.

Diese *Polytoma*-Art weicht von allen anderen bis jetzt beobachteten Arten durch die Form der Zelle und der Papille



Fig. 361. *Polytoma dorsiventrals*.

ab. Sie kommt morphologisch der *Chlamydomonas caudata* Wille so nahe, daß man sie für eine apochromatische und apoplastide Nebenform dieser grünen Form halten könnte, hätte *Polytoma fusiforme* nicht im Gegensatz zu *Chl. caudata* nur zwei, sondern viele kontraktile Vakuolen. Der künstliche Charakter der Gattung *Polytoma* wird gerade in diesem Falle sehr klar.

9. ***Polytoma dorsiventrals*** Pascher (Fig. 361). Deutlich dorsiventral mit deutlicher Breit- und Schmalseite. Von der letzteren gesehen, gestreckt ellipsoidisch eiförmig, mit hochgewölbter Rückenkontur, dagegen Bauchkontur fast konkav, dabei basal breit abgerundet, nach vorne spitz, oft leicht gekrümmt verschmälert. Von der Breitseite breit elliptisch eirund, nach vorne deutlich oft fast geradlinig verschmälert.

Membran sehr zart, basal oft abstehend, ohne Papille. Kern ziemlich weit vorne. Zwei kontraktile Vakuolen. Meist ein deutliches Stigma. Stärkekörner relativ groß, elliptisch. Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal körperlang. Teilung schief, die Neigung von der Rückenseite zur Bauchseite gehend, daher die schiefe Teilung nicht von der Breitseite sondern nur von der Schmalseite her sichtbar. Meist vier Tochterzellen. Andere Stadien nicht gesehen. Vielleicht gehörten dazu kleine glattwandige Sporen mit derber Membran, die ebenfalls längliche Stärkekörner hatten. Diese Art weicht von allen anderen *Polytoma*-Arten durch die weitgehende Dorsiventralität weitgehend ab.

Mit Eugleninen in stark verschmutztem Wasser in kleinen Tümpeln neben einem Wiesenteiche.

Bei *Polytoma* sollen ebenfalls, wie bei anderen zweigeißeligen Chlamydomonaden, auch nur eingeißelige Individuen vorkommen. Solche wurden zuerst beobachtet von Perty und als var. *unifilis* bezeichnet. Francé konnte diese Angaben Pertys bestätigen. Möglicherweise handelt es sich hierbei um Hemmungsbildungen der Geißeln, (Fig. 357c), was sich ja mit der Zeit wird cytologisch feststellen lassen. Es ist nicht unmöglich, daß es sich um eine Form mit verwachsenem Geißelpaar handelt, ähnlich wie vielleicht die Geißel von *Euglene* als verwachsenes Geißelpaar, das bei *Eutreptia* noch getrennt ist, aufgefaßt werden kann. Teilweise, speziell basale, Verklebungen der beiden Geißeln lassen sich ja manchmal, wenn auch selten, bei zweigeißeligen Chlamydomonaden sehen, dafür ließe sich die Angabe deuten, daß die einzige Geißel bei dem eingeißeligen *Polytoma* nicht bis ans Ende gleich dick war, sondern sich am Ende deutlich verdünnte.

Im allgemeinen sind ja gerade die als eingeißelig beschriebenen Gattungen der Volvokalen recht unsicher (*Cylindromonas* Hansgirg und *Mastigospaera* Schewiakoff).

Hyalogonium Pascher

Chlorogonium im Sinne Klebs pro parte, *Polytoma* im Sinne Korschikoffs pro parte).

Zellen sehr lang, spindelförmig, beidseits ziemlich gleich lang nach rückwärts aber mehr verschmälert und manchmal in ein langes, spitzes Ende ausgezogen, das eigentlich nur von der ausgezogenen Membran gebildet wird. Am Vorderende fast abgestumpft, seltener mehr rundlich, knapp darunter oft zwei sehr kleine helle Körperchen bemerkbar. Knapp unter dem Vorderende inserieren die beiden etwas über halbkörperlangen Geißeln. Protoplast ganz farblos, oft mit wandständiger Stärke ausgekleidet, die manchmal eckige Konturen zeigt. Annähernd in der halben Länge der Zelle, oft etwas seitlich der meist deutliche Kern. Unter dem Vorderende in deutlicher, länglicher fast strichförmiger Augenfleck.

Vermehrung durch schiefe Teilung, die schließlich zur Querteilung wird; bis acht Tochterzellen liefernd, die in ihrer Jugend viel weniger gestreckt und weniger lang verschmälert sind und vor allem erst später das langausgezogene hyaline Basalende entwickeln. Ge-

schlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet, auch nicht andere Stadien.

Hyalogonium ist bereits von Klebs kurz erwähnt worden. Er deutet sie ganz richtig als farblose Nebenform des *Chlorogonium*, das zu diesem die gleiche Stellung einnimmt, wie *Polytoma* zu *Chlamydomonas*. Der Zellbau entspricht ganz einem *Chlorogonium*, auch hier inserieren die Geißeln etwas seitlich, auch hier ist der feine Protoplasmafaden zwischen Geißelbasis und Protoplast. Ich fand die eine Art ein einzigmal in größeren Mengen in kleinen Tümpeln längs eines Baches mit viel faulendem Grase. Darin kommt *Hyalogonium* anderen farblosen Chlamydomonaden nahe. Die Monade scheint nicht so häufig und in ihrem Vorkommen auch viel enger bedingt zu sein als das fast ubiquistische *Polytoma*. Ich hatte den Eindruck, daß sie mehr sauerstoffbedürftig sei. Im wesentlichen wird aber wohl die Zusammensetzung des Mediums die Hauptrolle spielen.

Zellen mit zahlreichen kontraktile Vakuolen, ohne Stigma.

H. acus 1.

Zellen mit nur zwei kontraktile Vakuolen, mit Stigma.

H. Klebsii 2.

1. ***Hyalogonium acus*** Pascher (*Polytoma acus* Korschikoff) (Fig. 362). Zellen beidseits, nach vorne weniger, verschmälert; vorne stumpf; mit zwei halbkörperlangen oder kürzeren Geißeln, ohne Stigma. Kern zentral, zahlreiche bis 15 kontraktile Vakuolen, die ziemlich unregelmäßig über den Protoplasten verteilt sind. Teilung nicht beobachtet, Länge der Zellen bis 54 μ , Breite bis 5 μ .



Fig. 362.

Hyalogonium acus (nach Korschikoff).

Rußland: Charkow, in Pfützen.

2. ***Hyalogonium Klebsii*** Pascher (*Chlorogonium euchlorum* var. Klebs) (Fig. 363). Zellen meist, doch nicht immer, nach vorne mehr schnabelartig verschmälert, meist mehr spindelförmig als die erste plumpere Art; Geißeln vielleicht etwas länger. Mit einem deutlichen oft großen Stigma. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne gelegen. Teilung gesehen, wie bei *Chlorogonium*. Tochterzellen viel plumper. Zellen 30 μ bis 80 μ lang, bis 10 μ breit.

Um Tübingen (Klebs). In Hirschberg, in verunreinigten Wiesengräben. Böhmen.

Hyalogonium acus entspricht annähernd *Chlorogonium euchlorum*; *H. Klebsii* annähernd *Chl. elongatum*.

Man könnte die beiden Arten ebenso als farblose Ausbildungen zu *Chlorogonium* stellen. Trennt man aber *Polytoma* von *Chlamydomonas* und *Tetrahylepharis* von *Carteria* ab, so muß dies konsequenterweise auch bei *Chlorogonium* so gehalten werden.

Tussetia Pascher

Zellen farblos, eiförmig bis schmal eiförmig nach vorne ziemlich gleichmäßig verschmälert, basal breit abgerundet. Membran zart,



Fig. 363. *Hyalogonium Klebsii*. a—d Einzelzellen; c—f Teilung (c nach Klebs).

farblos, oft, besonders basal, manehmal, aber auch einseitig an einer Flanke etwas abstehend; vorne nicht zu einer kleinen Papille verdickt, manehmal kaum merklich faltig. Im Protoplasten zahlreiche, manchmal leicht gelbliche bis rote Öltröpfchen, doch niemals feste Assimilate (Stärke) (wenigstens nicht im natürlichen Vorkommen im Freilande). Kern ziemlich zentral oder etwas nach vorne gerückt, meist deutlich. Kontraktile Vakuolen zwei, unter der Basis der beiden etwas über körperlangen Geißeln. Stigma anscheinend fehlend. Ich halte aber die Existenz eines Stigmas für möglich,

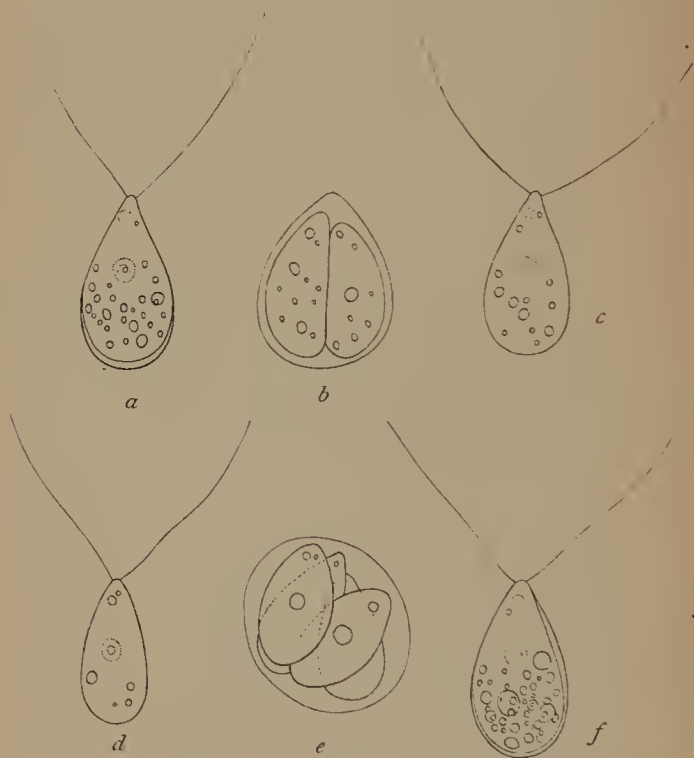


Fig. 364. *Tussetia polytomoides*. a, b, c vegetative Zellen; e—f Teilung; a junge Zelle.

da es mir schien, als zeigten manche Exemplare einen kleinen, ganz schwach gelblichen Punkt im vorderen Viertel der Zelle.

Vermehrung durch Längsteilung, darauf nicht selten Drehung zur Vierteilung. Junge Zellen gestreckter als die erwachsenen. Geschlechtliche Fortpflanzung beobachtet, durch kleine Gametozosporen, die seltener zu vier, meist zu acht, gebildet werden und nicht ganz gleiche Größe zeigen, trotzdem keine Heterogamie, da gleiche wie ungleiche untereinander kopulieren können. Geißeln im Verhältnis zum Körper länger als bei den vegetativen Zellen. Zygote kugelig, im reifen Zustande nicht beobachtet, anscheinend mit leichter (vielleicht nur durch unregelmäßige Wellung der Membran bedingten) Skulptur. Keimung nicht beobachtet. Ungeschlechtliche Cysten in Analogie zu anderen farblosen Formen wahrscheinlich.

Eine Art:

Tussetia polytomoides Pascher (Fig. 364, 365). Mit der Morphologie der Gattung. Länge 12–15 μ , Breite 6–12 μ . Gametozosporen 6–8 μ lang, 4–5 μ breit. Zygote 10–12 μ im Durchmesser.

Bislang nur aus Böhmen, (in sehr stark verdünnt jauchigen) Wiesentümpeln. In Gräben mit faulenden Pflanzenresten.

Ich glaube bestimmt, daß man diese Form bereits wiederholt gesehen hat und sie als stärkefreie oder schlecht genährtes *Polytoma* ansah. Das ist um so leichter möglich, weil manchmal die Öltröpfchen nur in ganz geringer Menge vorhanden sind und die Monade dann völlig frei von Assimilaten erscheint. Möglicherweise wurde sie auch als farblose Amphimonadine angesehen (vgl. das über die Beziehungen dieser Gruppe zu den Volvokalen auf S. 374 Gesagte).

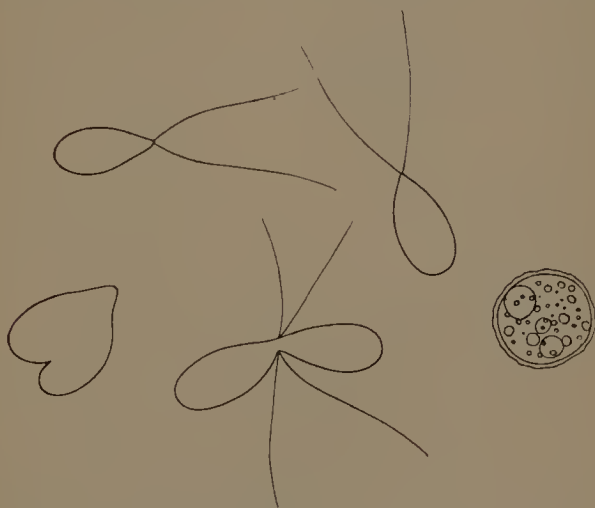


Fig. 365. *Tussetia polytomoides*. Gameten, Kopulation und unreife Zygote.

Da die ganzen farblosen Volvokalen systematisch sehr wenig durchgearbeitet sind, sie dabei infolge des Mangels mancher Zellorgane voneinander nicht sehr verschieden aussehen können, so sind Verwechslungen mit anderen Formen natürlich sehr leicht möglich.

Die Gattung ist sehr sapropel. Sie hat mit *Polytoma* viel Ähnlichkeiten, ist aber im allgemeinen etwas gestreckter und bildet vor allem keine Stärke. Sie stellt die Abschlußform der heterotrophen Entwicklung dar und schließt an die anderen Formen, die noch reduzierte Chromatophoren haben, farblos sind, aber noch das Pyrenoid aufweisen, oder wenigstens noch Stärke abscheiden und dabei oft noch das Stigma haben, an. Alle diese Formen sind ja mehr oder minder saprob. Ich verweise auf das im allgemeinen Teile über die heterotrophe Lebensweise der Volvokalen Gesagte und auch auf die dort bildlich wiedergegebene Reduktionsreihe (Fig. 30, S. 35). Und ferner auf einen Vergleich von *Tussetia* mit

Chlamydomonas viride-maculata, *Polytoma*, *Tetralepharis*, *Hyalogonium*, die ja eine schön geschlossene Reihe bilden.

Durch die Art der Vermehrung, der geschlechtlichen Fortpflanzung und auch durch die Morphologie der Zelle, erweist sich *Tussetia* als unzweifelhafte *Polytomee*.

Chlamydolepharis Francé

Zellen einzeln lebend, mit einer derben, oft braunen, weit abstehenden Schale umgeben, die aus einem Stücke besteht und vorne eine einzige Öffnung für die beiden Geißeln hat; der Öffnungsrand oft röhrig verlängert vorgezogen und gerade abgestutzt. Die Schale besteht der Hauptsache nach (nach Francé) aus Chitin (?), vielleicht findet sich aber auch etwas Kalk eingelagert. Ihre Wand ist ohne jede Durchbrechung oder mit feinen Poren durchsetzt oder hat große Löcher, oft regelmäßig kreisförmig und ziemlich regelmäßig verteilt, oder aber mehr unregelmäßig in der Form, aber so zahlreich, daß die Schale förmlich netzig durchbrochen erscheinen kann.

Der Protoplast ist meist viel kleiner als die Schale, hat birnförmige bis ellipsoidische Gestalt, eine ganze zarte Haut und ist sonst wie *Polytoma* gebaut, völlig farblos, mit Stärke als Reservestoff, die ebenfalls mehr wandständig abgeschieden wird und nebenher oft sehr viel von einem rötlichen Öle. Ein ziemlich zentral gelegener Kern und vorne zwei kontraktile Vakuolen. Stigma fehlt. Die beiden Geißeln ungefähr körperlang.

Vermehrung durch Längsteilung, meist nur zwei Tochterzellen gebend. Bei der Entleerung der beiden entstandenen Tochterzellen soll die Schale in zwei Stücke aufgerissen werden.

Geschlechtliche Fortpflanzung unbekannt, Dauerstadien bekannt.

Nicht ganz sichere Gattung, die leider nicht mehr beobachtet wurde¹⁾. Die Monade entspricht im allgemeinen einer grünen *Coccomonas* (von der ganz unsicheren *Kleinia* abgesehen) weicht aber von ihr durch das auch durchbrochen vorkommende Gehäuse ab (natürlich auch durch die Farblosigkeit des Protoplasten). Fraglich erscheint die chemische Beschaffenheit der Schale. Es scheint unsicher, ob der Nachweis von Chitin an solchen nur einzeln auftretenden Monaden damals mit Sicherheit möglich war. Ich sah einmal leere Schalen, die insofern mit den Schalen von *Chlamydolepharis* Ähnlichkeit hatten, als sie ebenfalls durchbrochen waren und die gleiche röhrenförmige Verlängerung der Mündung hatten, diese hatten deutlich Kalk eingelagert.

Verwechslungen mit *Trachelomonas* möglich und undurchbrochene Schalen nicht mit Sicherheit von *Trachelomonas*-Schalen zu unterscheiden. Im Leben ergibt sich aber auch gegenüber den farblosen *Trachelomonas*-Formen leicht ein Unterschied, da *Trachelomonas* immer nur eine einzige terminale Geißel hat. Außerdem ist hier der Reservestoff Paramylon, das mit Jod keine Blaufärbung gibt.

Francé bildet zu seiner Gattung eine Reihe sehr verschiedenartig aussehender Gehäuse ab, die kaum den Eindruck spezifischer

1) Nach Abschluß des Manuskriptes beschreibt J. Schiller aus der Adria eine neue Art dieser Gattung; Zugehörigkeit aber nicht ganz sicher.

Zusammengehörigkeit machen. Ich gebe einige davon in der Figur wieder.

Die ganze Gattung bedarf der Untersuchung, da die Angaben Francés vielleicht doch in einem oder anderem Punkte irrtümlich sein können.

Bis jetzt eine Art aus dem Süßwasser beschrieben:

Chlamydolepharis brunnea Francé (Fig. 366–368). Schale breit eiförmig, manchmal nach vorne leicht verschmälert, seltener auch mit basaler Verschmälerung und dann fast spindelförmig, meist ohne Mündungsröhre, und dann vorne gerade abgeschnitten oder kurz in eine solch verschmälert; kurz in der Form auffallend schwankend, wobei aber die Formen ohne Mündungsröhre als typisch gelten können. Schale weit abstehend, in der Jugend hyalin, später aber sehr stark braun verfärbt, leicht granuliert und nach Francé immer mit feinen Poren versehen, manchmal auch leicht gestreift. Oder die Schale hat mehrere große Poren oder viele kleinere, die dann weniger regelmäßig entwickelt sind. Vgl. statt langer Beschreibungen die Figuren. Formanomalien häufig: einseitig buchtig ausgezogene Schalen oder solche, deren eine Längshälfte stärker entwickelt ist.

Protoplast viel kleiner als die Schale. Eiförmig nach vorne verschmälert, oft sogar leicht schnabelartig verlängert; leicht metabolisch; mit zarter Membran. Stärkekörner mehr basal. Öltröpfchen vorhanden. Manchmal ein deutliches in seiner Lage nicht konstantes Stigma. Vermehrung durch einmalige Längsteilung. Asexuelle Cysten (Aplanosporen) am Grunde der Gehäuse.

Länge der Schalen 12–15 μ , Breite 9–12 μ .

Von Francé in Ungarn in Regenfässern gefunden. Einmal kamen mir, vielleicht hierhergehörige, Schalen in einem sehr fauligen Tümpel mit verwesenden Algenwatten und Blättern unter.

Francé gibt, wie für alle von ihm beschriebenen Arten ein ganz kolossale Variationsbreite an (mit oder ohne Augenfleck, dieser auch in seiner Lage nicht konstant). Dasselbe geht auch aus den Figuren hervor, die derart voneinander abweichende

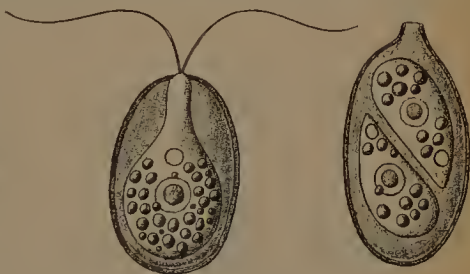


Fig. 366. *Chlamydolepharis brunnea* (nach Francé).



Fig. 367. Leere von mir gesehene Schalen, die sich vielleicht auf *Chlamydolepharis* beziehen.

Gehäuse wiedergeben, wie wir sie von keiner schalentragenden Monade kennen.

An Varietäten unterscheidet er: var. *lagenella* (Fig. 368 a), Schale ohne Löcher, Mündungsröhre nach innen umgeschlagen

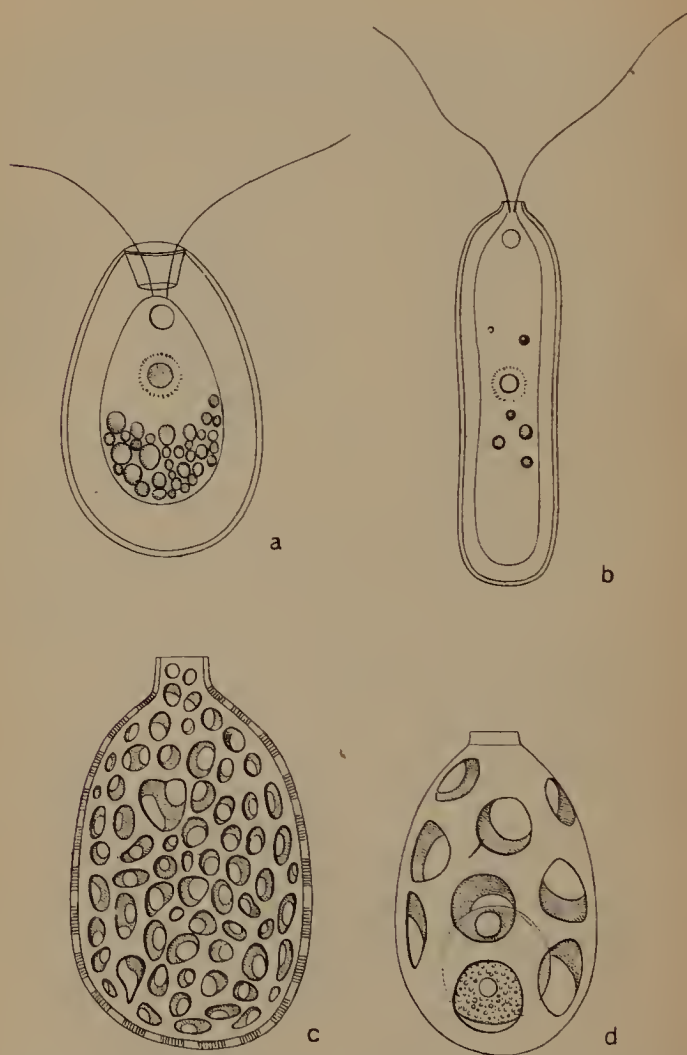


Fig. 368. *Chlamydoblepharis brunnea*. Verschiedene von Francé abgebildete Formen. a *lagenella*; b *cylindrica*; c, d *perforata*.

var. *perforata* (Fig. 368 c, d), Schale mit deutlicher Mündungsröhre, von großen, runden oder unregelmäßigen Löchern durchbrochen; var. *cylindrica* (Fig. 368 b), Schale lang, walzlich, bis fünfmal länger als breit, basal abgerundet, vorn in eine ganz kleine Mündungsröhre zusammengezogen.

Anhang.

Die von Francé beschriebene *Kleinia* (*Kleinia stagnalis*), die ebenfalls eine starre farblose Schale hat, 9–18 μ lang und 6–15 μ breit ist, entweder scheibchenförmige Chromatophoren oder einen einzigen topfförmigen Chromatophoren mit Pyrenoid und Stigma haben soll, ist zu streichen, da sie völlig unzureichend und vielleicht auch nach inhomogenen Material (es kommt kaum vor, daß eine Form einmal scheibchenförmige und dann wieder topfförmige Chromatophoren hat) beschrieben ist. Sie soll nach Francé eine gefärbte Parallelförmige zu *Chlamydooblepharis* sein. Sie ist nicht abgebildet.

Nicht ganz sicher zu den Polytomeen gehörig:

Parapolytoma Jameson

Zellen ellipsoidisch bis leicht verkehrt eiförmig, basal abgerundet, am vorderen Ende auf der einen Seite leicht ausgerandet, ohne daß sich diese Ausrandung schlundartig in die Zelle fortsetzt, dadurch der ganze Organismus unsymmetrisch. Durch diese vordere Ausrandung ergibt sich eine schiefe Begrenzung des Vorderendes, dessen vorne gelegener Teil zwei gleich lange Geißeln von Körper-



Fig. 369. *Parapolytoma satura*.

länge trägt, während der hintere Teil dieser Ausrandung mit einer stumpfen Kante (in der Längssicht stumpfen Ecke) in die eine Flanke übergeht. Membran sehr deutlich. Kern etwas vor der Mitte der Zelle, groß. Assimilate keine (?) Stärke, unbekannter Zusammensetzung, in größeren oder kleineren, kugeligen Ballen, reichlicher oder spärlich, meist in der peripheren Partie des Protoplasten vorhanden. Kein Stigma, ebenso wurden keine kontraktile Vakuolen, wohl nur wegen der reichen Assimilate gesehen. Teilung der Quere nach

unter Bildung der vier Tochterzellen innert der Membran. Freigewordene Tochterzellen gestreckter als die erwachsenen.

Eine Art:

Parapolytoma satura Jameson (Fig. 369). Mit den Merkmalen der Gattung. Zellen etwas über 15μ lang, 10μ breit. Im Freilandvorkommen nicht beobachtet; in einer ungefähr einen Monat alten Kultur aus Gartenerde mit Heu aufgezogen.

Sehr unvollständig beschriebene Gattung, die von Jameson cytologisch genau, morphologisch aber leider sehr wenig untersucht wurde, ohne daß z. B. die notwendigen Reaktionen zur Feststellung des Assimilates gemacht wurden. Ebenso fehlt eine Abbildung des lebenden Organismus und die Abbildungen, teils schematisch, teils nach cytologischen Präparaten, geben kein ganz klares Bild dieser Monade. Es kann sich noch immer um Stärke handeln, denn der einfache Zusatz einer gewöhnlichen Jodlösung genügt in vielen Fällen nicht, um Stärke nachzuweisen. Am besten ist die A. Meyersche Methode mit Jod-Chloralhydrat, die aber rasche Beobachtung erfordert. Wie vor allem Scherffel angibt, läßt sich auf diese Weise bei den Algen Stärke auch in Spuren nachweisen. Jameson scheint auch keine anderen Reaktionen auf die Natur dieser kugeligen Inhaltkörper gemacht zu haben, es läge noch die Möglichkeit vor, daß es sich um Volutin handelt. Es wird aber überhaupt nicht angegeben, welche Erfolge der Jodzusatz hatte. So bedarf trotz der ausgezeichneten Untersuchung der Leiche, der lebende Organismus in diesem Falle dringendst der Untersuchung, die dann auch eine völlige gesicherte Stellung der Monade im System ermöglichen wird.

Die Zugehörigkeit zu den Volvokalen ist wahrscheinlich, aber nicht gesichert. Dafür spricht die Form der Geißelinsertion, die beiden Basalkörperchen, die Art der Vermehrung, Bildung von vier Tochterzellen unter Querlagerung der ersten beiden Teilprodukte und auch die Art und Weise wie der unbekannte Reservestoff sich, ganz wie bei *Polytoma* die Stärke, peripher im Protoplasten lagert.

Die vordere Ausrandung, seitlich und schief, steht unter den Süßwasservolvokalen nach unserem derzeitigen Wissen vereinzelt da. Sie tritt aber in ungleich verstärktem Maße auf bei grünen Volvokalen des Meeres auf, deren vordere Ausrandung oft so weit geht, daß der ganze Körper seine Hauptdimension der Quere nach hat und die Geißeln in auffälliger Weise auf der einen Seite dieser tiefen Ausrandung stehen (*Cymbomonas* und andere Formen).

Diese vordere Ausrandung hat aber gar nichts zu tun mit der Ausrandung, wie sie bei einzelnen Arten von *Pyramidomonas*, wo sie durch Vorwölbung der vorderen Randpartie über die Geißelbasis (das Gleiche auch bei manchen Carterien) zustande kommt, oder bei *Medusochloris*, wo das Vorderende zwischen den Geißeleinsätzen tief ausgehöhlt wird, die Geißeln allerdings symmetrisch zueinander auf diesem Rand stehen und dadurch ein ganz merkwürdiger aber radiärsymmetrischer (vier Geißeln) Zellkörper zustande kommt.

Parapolytoma satura bedarf dringendst der Nachuntersuchung am lebenden Objekt. Vielleicht wird sich dann eine andere Stellung ergeben.

Anhang an die Chlamydomonadae.

Unsichere Gattungen.

Cylindromonas Hansgirg.

Zellen länglich-walzlich; an beiden Enden breit abgerundet, von einer dünnen, eng anliegenden Membran umgeben; Chromatophoren zwei: einer vor, der andere hinter dem in der Mitte der Zelle gelegenen großen Kerne, sternförmig gelappt mit je einem zentralen Pyrenoid. Geißel in einer seichten Einsenkung des Vorderendes inserierend, daneben eine kontraktile Vakuole. Kein Augenfleck. Vermehrung im Ruhezustande, nach Verlust der Geißel durch wiederholte Zweiteilung; zwei bis vier, oder auch acht und mehr Tochterzellen.

Eine Art:

Cylindromonas fontinalis Hansgirg (Fig. 370a). Zellen $6-15\mu$ dick, $15-32\mu$ lang. Kleinere Individuen nur 4 bis 5μ dick und annähernd zweimal so lang. Geißel körperlang.

In kleinen Wiesenbrunnen, Quellen und Gebirgsbächen (Böhmen).

Ich bezweifle die Existenz dieses Organismus als Volvokale, es scheint sich um Eugleninen zu handeln, die zwei oder mehrere, ebenfalls scheinbar sternförmige Chromatophoren haben. Bis auf die Größe würde die Monade am meisten mit der Dujardinsehen *Euglene geniculata* (s. Süßwasserflora Bd. II, S. 132, Fig. 206) übereinstimmen, die ebenfalls ähnliche Chromatophoren, allerdings einen anderen Körperumriß und natürlich ebenfalls nur eine Geißel — wir kennen keine eingeißelige einzeln lebende, grüne Volvokale gesichert — hat. Dazu ist diese Art ebenfalls katharob bis oligosaprob. Nach Hansgirgs Beschreibung sähe eine *Cylindromonas*-Zelle so aus wie eine mit einer Geißel versehene *Cylindrocystis*. Was ich 1903 als *Cylindromonas* aus dem Böhmerwalde angab, war, wie ich später sah, sicher ein wenig metabole *Euglene*.



Fig. 370. a *Cylindromonas fontinalis*. b *Chlorotriangulum minutum*. (a nach Hansgirg, b nach Kufferath).

Chlorotriangulum Kufferath.

Protoplast unregelmäßig dreieckig, vorne leicht abgerundet; basal manchmal leicht ausgeschweift. Membranverhältnisse nicht angegeben. Geißeln zwei, apikal, gleich lang, bis über zweimal länger als die Zelle. Chromatophor angeblich wenig differenziert und fast die ganze Zelle auskleidend. Pyrenoid undeutlich. Stigma groß, rund, in der vorderen Hälfte der Zelle liegend.

Sehr unvollständig beschriebene Gattung, bei der weder über Membranbeschaffenheit, noch Teilung, noch Bewegung usw. etwas gesagt wird. Demzufolge ist es auch natürlich völlig unmöglich, diesen Organismus mit Sicherheit in eine der beiden in Betracht kommenden Gruppen: Polyblepharidinen oder Chlamydomonadinen einzureihen. Kufferath selber verweist auf die Ähnlichkeit mit der Gattung *Brachiomonas*.

Eine Art:

Chlorotriangulum minutum Kufferath (Fig. 370 b). Zellen 4–8 μ lang. Geißeln 12–16 μ messend.

Aus Belgien in fließendem Wasser längs einer Straße.

Bemerkt sei, daß eine entfernte Ähnlichkeit mit den Schwärmern von *Hormidium* vorliegt, das ebenfalls asymmetrische Schwärmer hat.

Volvocinae.

Die koloniebildende Reihe der Chlamydomonadinen. Nicht einheitlich, sondern die durch ihre Koloniebildung konvergenten Formen umfassend. Vielleicht bei späteren Untersuchungen auflösen, da möglicherweise bei einzelnen Gliedern Beziehungen zu den Sphaerellaceen vorhanden (*Volvox globator*).

Nähere Charakteristik bei den beiden Familien:

1. Kolonien nicht durch eine äußere Gallertschicht zusammengehalten. Einzelzellen ohne Spezialgallerthüllen, meist traubig, Zellen in zwei oder vierzähligen, übereinanderstehenden Kränzen angeordnet, die so gegeneinander verschoben sind, daß die Zellen benachbarter Kränze nicht übereinander zu liegen kommen.

Spondylomoraceae S. 404.

2. Kolonien durch eine äußere Gallertschicht zusammengehalten, jede Zelle mit einer Spezialgallerthülle. Kolonien verschieden gestaltet, doch anders als oben.

Volvocaceae S. 410.

Spondylomoraceae.

Kolonien nicht durch überschichtende Gallerte zusammengehalten, sondern ohne Gallerthüllen, dadurch gebildet, daß die Zellen in Kränze angeordnet sind und an einer Stelle miteinander verkleben. Diese Kränze, aus vier oder zwei Zellen bestehend sind so angeordnet, daß die Zellen der einzelnen Kränze alternieren und dabei mehr in der Längsrichtung der Kolonien stehen. Vermehrung durch Bildung von 2–4–8–16 Tochterzellen, die sich noch in der Mutterzelle – soweit bis jetzt (!) bekannt ohne die Vorgänge, die bei der Bildung der Tochterkolonie der Volvocaceen vorhanden sind – zu Tochterkolonien anordnen. Palmellen und Aplanosporen noch nicht beschrieben. Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation gleicher Zoogameten und Bildung einer derbwandigen Zygote. Keimung nicht beobachtet.

Sehr wenig bekannte Familie, die bis jetzt nicht ausreichend untersucht ist und deren Stellung auch noch nicht ganz geklärt erscheint.

Beschrieben sind bis jetzt zwei Gattungen:

Zellen viergeißelig.

Spondylomorom S. 405.

Zellen zweigeißelig.

Chlamydobotrys S. 406.

Das Verhältnis dieser beiden beschriebenen Gattungen zueinander ist völlig unklar. Die allermeisten hierhergehörigen Formen scheinen *Chlamydobotrys* zu sein. Und es taucht die Frage auf, ob *Spondylomorom* nicht vielleicht aus einer Fehlbeobachtung heraus mit vier Geißeln abgebildet und beschrieben worden sei. Die vielen Geißeln an einer Kolonie lassen eine genaue Zuteilung der einzelnen Geißeln an bestimmte Zellen kaum zu. Viergeißeliges *Spondylomorom* bildet aber Stein, Jacobsen, Stickney ab. Aber alle diese Zeichnungen machen den Eindruck, als ob die Geißeln nicht individuell, sondern schematisch eingetragen worden wären. Was ich selber als *Spondylomorom* notiert und skizziert habe, ist wohl besser zu *Chlamydobotrys* zu stellen. Nur einmal kamen mir kleine zwei- und vierzellige Verbände mit viergeißeligen Zellen unter, deren Zellen aber von *Spondylomorom* etwas abwichen und deren Verbände nicht sehr regelmäßige Verklebungen darstellten.

So möchte ich *Spondylomorom*, soweit es als viergeißelig charakterisiert wird, als unsicher, vielleicht sogar als zweifelhaft auffassen.

Die hierhergehörigen Formen sind in der Natur oligosaprob bis saprob; wie Jacobsen gezeigt hat, stellen sie mit anderen Volvokalen Bewohner des Kulturbodens dar. Im Freien sind sie nur selten in größeren Mengen zu treffen, dann aber in großen, allerdings leicht vergänglichen Massen. Vgl. Jacobsen.

Spondylomorom Ehrenberg

Kolonien, wenn völlig entwickelt und vollzählig aus 16 lose miteinander (allerdings nicht immer regelmäßig) vereinigten Zellen bestehend, die — normalerweise — in vierzähligen, übereinanderstehenden Kränzen so angeordnet sind, daß die Zellen des einen Kranzes in die Fugen zwischen den Zellen des benachbarten Kranzes zu stehen kommen. Zellen mit ihren Vorderenden etwas genähert mit den Hinterenden von der Achse der Kolonie divergierend; die Zellen des hintersten Kranzes weniger divergierend. Kolonien nur selten so regelmäßig gebaut, manchmal nur zwei Kränze oder Kränze nur zweizellig; oder die Zellen sehr locker in ungleichen Abständen. Die Kolonien sind nicht durch eine gemeinsame Gallerte zusammengehalten. Die Zellen berühren sich nur und sind hier verklebt. Einzelzellen verkehrt-eiförmig, bis ellipsoidisch, die nach innen gerichtete Seite etwas bauchig erweitert; Membran basal manchmal schief ausgezogen und abstehend, ohne Papille. Chromatophor topfförmig, ohne Pyrenoid, Kern zentral; Stigma kurz strichförmig bis länglich, in der unteren Zellhälfte gelegen. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne. Geißeln vier, $1\frac{1}{2}$ mal körperläng, an den kolonial vereinigten Zellen alle nach der Außenseite der Kolonie gerichtet; Vermehrung durch 8 oder 16 Tochterzellen innerhalb der Einzelzellen, die bereits in den Mutterzellen die koloniale Lagerung annehmen.

Andere Stadien nicht beobachtet.

Eine Art:

Spondylomorom quarternarium Ehrenberg (Fig. 371). Zellen 10–20–26 μ lang, 8–15 μ breit. Kolonien bis 50 μ lang.

In dieser Form wird *Spondylomorom quarternarium*, abgesehen von den älteren Autoren, nur von Jacobsen und



Fig. 371. *Spondylomorom quarternarium* Stein. Bei *b* in Bildung der Tochterkolonien begriffen; Kolonien wohl zu regelmäßig gezeichnet (Stein).

Stickney angegeben. Letzterer gibt auch an, daß die Zellen direkte Längsteilung wie die Polyblepharidinen haben (?). Playfair gibt dagegen (1918) ganz deutlich zwei Geißeln für die von ihm gefundenen Formen an.

Chlamydobotrys Korschikoff¹⁾

(*Chlamydosphaera* Schkorbatow, *Pyrobotrys* Arnoldi nach Korschikoff).

Kolonien wie bei *Spondylomorom*, aus zwei- und vierzähligen Kränzen gebildet und aus 8–16 Zellen bestehend. Kolonien in regelmäßiger Form anscheinend nicht sehr häufig, oft Störungen in der Zahl der Zellen wie der Kränze und durch Verschiebungen der Kränze: manchmal mehr unregelmäßigen Klumpen ähnlich. Zellen nur mit zwei Geißeln, mit eiförmiger, verkehrt eiförmiger bis etwas gestreckter Gestalt, basal oft verschmälert und manchmal auch gekrümmt. Membran anliegend oder basal abgehoben bis schwanzartig ausgezogen. Chromatophor topfförmig, manchmal leicht längsstreifig, ohne Pyrenoid; ein großes Stigma, Kern in der vorderen Hälfte der Zelle. Zellen oft einseitig ausgebaucht. Tochter

1) Die Nomenklatur ist nicht klar; möglicherweise muß die Gattung mit dem Schkorbatowschen oder Arnoldischen Namen geführt werden. Ich folge hier nur bedingt Korschikoff.

zellen sich bereits innert der Membran zu Tochterkolonien anordnend. Geschlechtliche Fortpflanzung beobachtet: Kopulation gleicher Zoogameten, die eine lange bewegliche, viergeißelige Zygozoospore liefern. Dauerzygote derbwandig.

Es werden drei Arten angegeben:

- I. Zellen mehr verkehrt eiförmig, oft sehr unsymmetrisch und basal verschmälert, manchmal schwanzartig ausgezogen und gekrümmt.
 1. Kolonien nur achtzellig; Kränze zweizellig. Zellen bis $14\ \mu$ lang. Chromatophor basal stark verdickt. Stigma mehr vorne. **Chl. stellata** 1.
 2. Kolonien oft auch 16zellig; Kränze dann auch vierzellig. Zellen bis $20\ \mu$ ($-25\ \mu$) lang. Chromatophor basal nicht verdickt. Stigma in der hinteren Hälfte. **Chl. gracilis** 2.
- II. Zellen breit ellipsoidisch, ohne basale Verschmälерung; Kränze zweizellig; Kolonien achtzellig. **Chr. Korschikoffi** 3.

1. **Chlamydobotrys stellata** Korschikoff (Fig. 372). Kolonien achtzellig; Kränze zweizellig. Zellen verkehrt eiförmig im oberen Teile gegen die Achse der Kolonie zu bauchig erweitert und daher einseitig entwickelt; basal sehr stark verschmälert und in einen kürzeren Schwanz ausgezogen. Membran deutlich, basal ausgezogen etwas vom Proto-plasten abstehend vorne mit einer Papille. Chromatophor ebenfalls auf einer Seite stärker entwickelt, basal stark verdickt. Stigma fast im vorderen Drittel der Zelle. Geißeln doppelt körperläng. Kopulation von Gameten beobachtet. Kolonien bis $40\ \mu$, meist nur bis $30\ \mu$ groß; Zellen bis $14\ \mu$ lang.

Straßenpfützen um Charkow (Rußland); Böhmen.

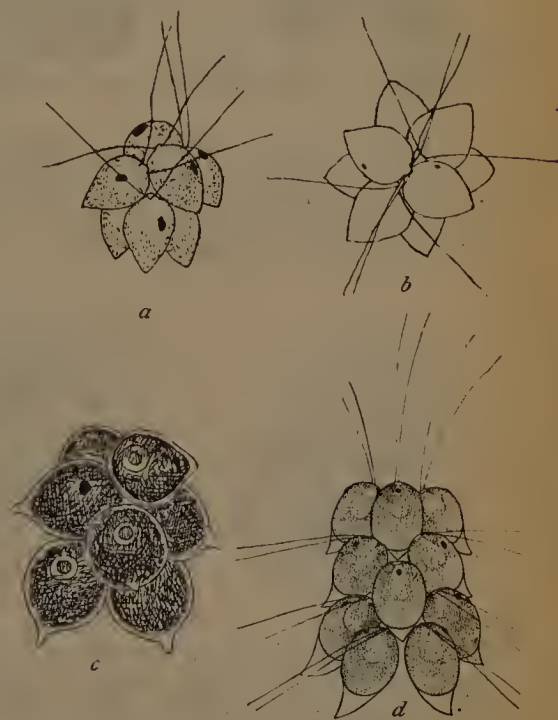


Fig. 372. a—c *Chlamydobotrys stellata*. Bei b Kolonie von vorne; d von Playfair als *Spondylomorum* angegebene Form, die vielleicht zu *Chlamydobotrys stellata* zu stellen ist (a—c nach Korschikoff).

2. *Chlamydobotrys gracilis* Korschikoff (Fig. 373). Kolonien oft auch 16zellig; Kränze oft vierzellig. Zellen basal nicht so lang ausgezogen und oft weniger spitz als bei *Chl. stellata*, oft mit weit abstehender Membran. Chromatophor basal nicht verdickt. Stigma in der unteren Zelhälfte liegend. Sonst wie *Chl. stellata*. Kolonie bis 44 μ groß; Zellen bis 20 μ (— 25 μ).



Fig. 373. *Chlamydobotrys gracilis* (nach Korschikoff).

Playfair bildet Formen ab (Fig. 374), die vielleicht mit den bisher genannten Arten in Beziehung gebracht werden können. Auffallend sind die Ausbildungen mit langen, nach einwärts gekrümmten, hornartigen Basalenden, die vielleicht eine eigene Formenreihe bilden.



Fig. 374. *Chlamydobotrys*. Von Playfair abgebildete zu *Spondylomorum* gestellte Formen, mit langen, gekrümmten Enden. Es erscheint fraglich, ob der Protoplast diese langausgezogenen Hinterenden tatsächlich so ausfüllt, wie es Playfair zeichnet (als var. *rostrata* beschrieben).

3. *Chlamydobotrys Korschikoffi* nov. comb. Pascher (*Chlamydosphaera Korschikoffi* Schkorbatoff) (Fig. 375). Kolonien

achtzellig: vier zweizellige Kränze. Zellen ellipsoidisch, bis breit ellipsoidisch-eiförmig, basal abgerundet. Chromatophor groß, anscheinend mit sehr stark verdicktem Basalstücke. Stigma groß, fleckförmig, unregelmäßig. Zoogameten eiförmig, bei der

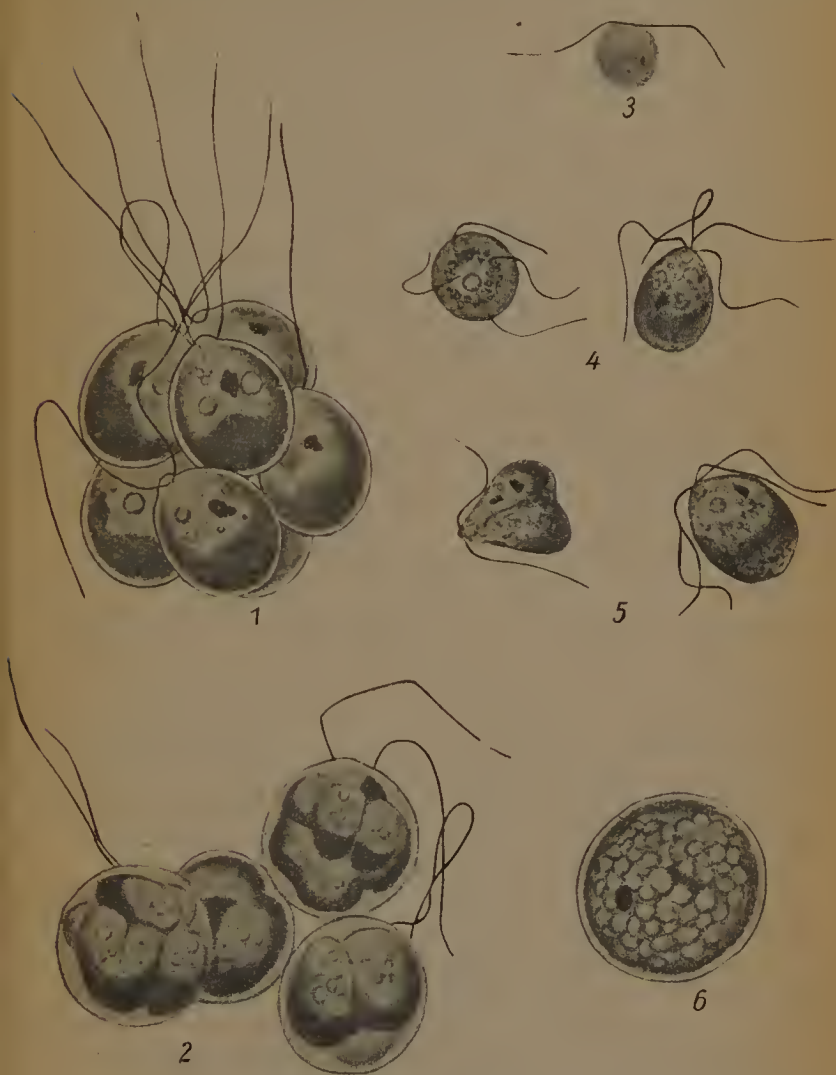


Fig. 375. *Chlamydobotrys Korschikoffi*. 1 Kolonie; 2 Bildung der Tochterkolonien; 3 Gameten; 4, 5 schwärmende Zygozoosporen; 6 reife Zygote (nach Korschikoff).

Kopulation eine lange schwärmende Zygozoospore bildend, die später zu einer glatt- und derbwandigen Dauerspore wird. Keimung nicht beobachtet. Kolonien 20–25 μ lang; Zellen 8–10 μ (in der Teilung bis 13 μ) breit; 10–16 μ lang. Zygote 12 μ im Durchmesser.

Volvocaceae.

Kolonien dadurch gebildet, daß die Zellen mit ihren erweiterten Hüllen entweder mit der ganzen Seitenfläche oder mit kurzen Fortsätzen untereinander in Verbindung treten und dabei noch durch eine gemeinsame Gallerte, die die Verbände umgibt, zusammengehalten werden. Bau der Zellen wie bei den einzeln lebenden Volvocalen. Kolonien nur leicht gewölbt, napfartig oder zu ellipsoidisch-kugeligen Verbänden, mit deutlichem Vorderende und Hinterende, das manchmal nicht ganz geschlossen sein kann, zusammenschließend. Vorderende und Hinterende auch durch Ausbildung und Funktion der Zellen verschieden. Vermehrung dadurch, daß alle oder nur ein Teil der Zellen eine Reihe aufeinanderfolgender Teilungen eingehen, die zuerst zu einer nach vorne gebogenen Zellenplatte, dann zu einer gegen das Vorderende zusammenneigenden Hohlkugel führen, worauf eine Umstülpung des ganzen Verbandes erfolgt und die Einzelzellen unter definitivem Ausbau der Kolonie ihre charakteristische Lagerung einnehmen. Einzelzellen im ausgewachsenen Zustande untereinander oft durch Plasmastränge verbunden.

Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation gleicher oder deutlich verschiedener Schwärmer. Oder Eibefruchtung. Kolonien eingeschlechtig oder zweigeschlechtig (zwitterig).

Palmellastadien wie auch asexuelle Dauerstadien (Aplanosporen) bekannt.

Innerhalb der Familie lassen sich die Gattungen deutlich nach Gruppen in einer bestimmten Richtung — funktionelle Differenzierung der Einzelzellen — zusammenstellen. Die einfachsten Volvocaceengattungen stellen napfartig nach vorne gebogene, kleine Scheiben dar, bei denen alle Zellen gleichwertig sind und alle befähigt sind, sowohl ungeschlechtlich eine Kolonie wie auch die Geschlechtsprodukte zu bilden. Die anderen Gattungen sind mehr oder weniger kugelig zusammenschließend und die Weiterdifferenzierung erfolgt in der Weise, daß die einen Zellen rein vegetativ werden, die anderen, mehr basalen, aber auch der ungeschlechtlichen oder geschlechtlichen Reproduktion dienen. Ferner sind die Augenflecke der vorne gelegenen Zellen größer.

Siehe für das Folgende die Schemafignren 385 A, B auf S. 424 u. 425.

Bei *Pandorina* ist diese Differenzierung nicht vorhanden oder kaum angedeutet; bei *Eudorina* gibt es aber einzelne Rassen, deren vier vordere Zellen neben dem bereits erwähnten Unterschied in dem Augenfleck auch dadurch sich verschieden verhalten, daß sie sich langsam, manchmal auch später teilen als die andern, dabei in der Größe nicht merklich verschieden sind von den anderen Rassen, wo sie dazu noch deutlich kleiner sind.

Bei *Eudorina illinoisensis* sind sie aber schon deutlich und konstant kleiner, sie sind von der Vermehrung, sei sie geschlechtlich oder ungeschlechtlich, ganz ausgeschaltet, ihre Funktion ist rein vegetativ — somatisch — während die anderen, dazu auch generativer, funktionieren. Sind es bei *Eudorina illinoisensis* nur die vier vorderen Zellen, die auf diese Weise beschränkte Funktion haben und rein vegetativ sind, so sind es bei *Pleodorina californica*, die 128 Zellen hat, die Zellen der ganzen vorderen Hälfte der

Kolonie, die rein somatisch sind, die Reproduktion ist hier auf die Zellen der unteren Hälfte beschränkt.

Am weitesten ist *Volvox* vorgeschritten, hier ist, speziell bei unseren Arten, fast die ganze Kugel somatisch und nur spärlich, bei den einzelnen Arten in verschiedener, bei jeder aber in geringer, innerhalb enger Grenzen schwankender Zahl sind die generativen Zellen eingesprengt. Dabei ist bei *Volvox aureus* die Differenzierung soweit gediehen, daß nur bestimmte Kolonien auf asexuelle Weise Kolonien bilden, andere geschlechtlich und dabei entweder nur männlich oder nur weiblich sind und nur sehr selten beide Geschlechter in einer Kolonie vereinigt haben.

Die Gattungen der *Volvoraceae* reihen sich in ziemlich natürlicher Weise aneinander. *Gonium* bleibt bei seiner Entwicklung auf einer Stufe, die sowohl von *Pandorina*, *Eudorina* wie auch von *Pleodorina* durchlaufen wird, dem Stadium der beginnenden Umstülpung, stehen, es ist eine leicht nach rückwärts gebogene Platte, *Pandorina* durchläuft dies Stadium, führt aber die Umstülpung ganz durch, die Zellen bleiben aber dann in der ersten dichten Lagerung, *Eudorina* durchläuft ein *Gonium*- wie auch ein *Pandorina*-Stadium; die Zellen rücken aber dann voneinander ab an die Peripherie der Kolonie und nehmen dann die locker kranzartige Anordnung an. So kommt es, daß ganz junge Eudorinen, bei denen die Ablockerung der Zellen voneinander noch nicht vor sich gegangen ist, kleinen Pandorinen zum Verwechseln ähnlich sehen und wohl auch vielfach mit ihnen verwechselt wurden. Bei *Volvox* sind diese Verhältnisse speziell die primäre Kranzanordnung wegen der großen Zellenzahl nicht mehr so durchsichtig.

Bezüglich der Entwicklung und Morphologie der einzelnen Gattungen siehe die Gattungsbeschreibungen.

Zwei Reihen:

Kolonien nicht kugelig ellipsoidisch, sondern¹⁾ fast in der Form einer flachen muldenförmig nach vorne gebogenen Scheibe, alle Geißeln nach der konvexen Seite der Scheibe gerichtet. **Gonieae** S. 411.

Kolonien kugelig ellipsoidisch (Ausnahme *Platydorina*)¹⁾.

Volvocae S. 422.

Gonieae.

Kolonien aus einer einschichtigen, etwas napfartigen, aus 4- oder 16 Zellen bestehenden, meist quadratischen Zellplatte bestehend, dadurch entstanden, daß hier, die bei den anderen Volvokalen zur Bildung eines kugeligen ellipsoidischen Verbandes führende Umstülpung bereits frühzeitig abgebrochen wird und nur bis zu einer leicht napfartigen Rückkrümmung kommt.

Eine einzige Gattung:

Gonium Müller

Zellen in 4- oder 16zelligen Kolonien (ausnahmsweise speziell in Kulturen auch mehr oder weniger zellige, ja auch einzellige

1) Ebenfalls plattenförmige, im Umriß hufeisenförmige Kolonien, bestehend aus einer Zellage, deren Zellen aber je eine mit der anderen abwechselnd die Geißeln nach verschiedenen Seiten der Scheibe hat *Platydorina* Kofoid (s. S. 431).

Formen).¹⁾ Zellen durch Gallerte zusammengehalten, die speziell nach entsprechender Behandlung radiär streifige Struktur in den äußeren Partien zeigt. Zellen innerhalb der Gallert nicht eng aneinanderliegend, sondern durch radiäre Ausbeulungen der Zellmembran zusammengehalten. Platte der Kolonie leicht gekrümmt. Zellen so orientiert, daß die Geißeln aller Zellen (Gegensatz *Platy-dorina*) nach derselben Seite der Platte, der konvexen, sehen.

Zellen bei mehr als vierzelligen (16) Kolonien in folgender Weise geordnet: zentral um einen rechteckigen oder fast quadratischen, durch die Membranen der inneren Zellen begrenzten, ebenfalls mit Gallerte erfüllten Raum: vier Zellen paarweise. Um diese herum ein Kranz von 12 Zellen, und zwar so, daß jeder Seite des durch die vier inneren Zellen gebildeten Viereckes drei Zellen zukommen, also viermal drei Zellen. Die Membranen der Einzelzellen schließen nicht lückenlos aneinander, sie stehen (besonders die inneren Zellen) nur mit armartigen, kurzen Brücken untereinander in Zusammenhang und lassen sich frei zwischen dreieckige Lücken. Die Brücken sind bei den äußeren Zellen untereinander oft wenig deutlich. Durch diese Lücken zwischen den Gallerthüllen der Einzelzellen bekommen die *Gonium*-Kolonien bei geeigneter Beleuchtung oder leichter Gallertfärbung oft ein durchbrochenes Ansehen.

Die mittleren vier Zellen einer 16zelligen Kolonie sind fast genau in die Längsachse der Kolonie (die Achse der Krümmung der Platte) eingestellt. Die anderen 12 Zellen sind infolge der Krümmung der Platte in bezug auf diese Achse etwas nach außen gekehrt, und zwar stehen sie oft etwas schiefer zur Achse als die Krümmungsnormale an der Peripherie der Platte es erfordern würde. Bei den bloß vierzelligen Kolonien befinden sich die Zellen in annähernd gleicher Lage wie die inneren Zellen einer 16zelligen Kolonie oder sind ebenfalls etwas nach außen gekehrt.

Von der Geißelseite her betrachtet, sind also die vier inneren Zellen direkt vom Scheitel zu sehen, die äußeren aber infolge ihrer Neigung zur Achse der Kolonie, die jetzt mit der Sehrichtung zusammenfällt, etwas schief von der Seite.

Die Einzelzellen zeigen völlig den Typ der Chlamydomonadenzellen. Ihre Membranen liegen nur vorne an, stehen aber seitlich und basal ab und stehen wie bereits auseinandergesetzt, innerhalb der Gallerte der Kolonie durch Ausbeulungen untereinander brückenartig in Verbindung. Die Membran ist vorne bei der einen Art ohne Papille, bei der anderen mit Papille. Die beiden Geißeln, die durch eigene Löcher aus den Gallerten austreten, sind überdoppeltkörperlang.

Der Chromatophor ist ausgesprochen topfförmig, basal oft sehr stark verdickt (fast bis zur halben Höhe), reicht bis zu den kontraktiven Vakuolen und bildet mit seinen Längswänden ein annähernd

1) Selten kommen auch Kolonien mit einer Zellenzahl zwischen 16 und 32 vor; durch Teilungsstörungen ergeben sich ganz „unregelmäßige“ Kolonien, die kein Multiplum von zwei darstellen. Kolonien in der normalen Ausbildung sehr regelmäßig, doch werden die Zellen in der Kolonie oft sehr unregelmäßig gegeneinander verschoben; Kolonien nicht selten unregelmäßig bandförmig. Über die Abhängigkeit der Koloniform sei auf die experimentellen Stadien M. Hartmanns (Arch. f. Protistenkunde Bd. 45, S. 375) hingewiesen, die einen Zusammenhang zwischen Form der Kolonie und Milieu nachweisen.

eikegelförmiges Lumen, in dem der Kern in der vorderen Hälfte der Zelle liegt. In der basalen, manchmal fast konvex gegen das Lumen der Zelle vorgewölbten Verdickung ein großes deutliches Pyrenoid. Stigma fast am vorderen Rande des Chromatophoren,

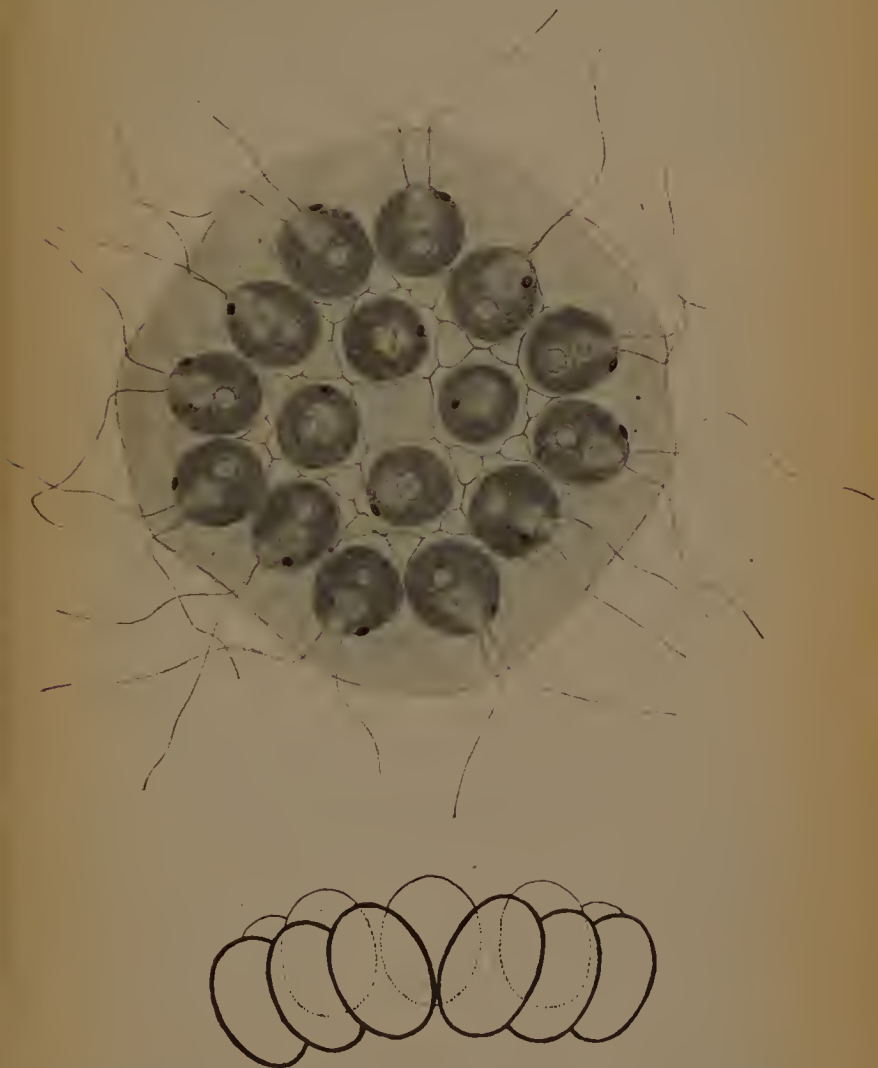


Fig. 376. *Gonium pectorale*. Oben Kolonie von der Vorderfläche gesehen (nach Hartmann), darunter von der Seite, so daß eine Diagonale in die optische Achse fällt (eine Ecke der Kolonie nach oben).

groß und fleckförmig, manchmal aber undeutlich. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne; sie liegen wie bei den zweigeißeligen Chlamydomonaden in einer Längsebene, die normal zur Geißelebene steht. Da die mittleren Zellen der Kolonie bei der Ansicht von vorne wie bereits gesagt direkt nach oben sehen, so ist bei diesen Zellen

die Lagerung von Geißeln und kontraktile Vakuolen besonders deutlich zu sehen.

Ungeschlechtliche Vermehrung in der üblichen Volvocineenteilungsweise: durch zwei resp. vier aufeinanderfolgende Teilungen teilt sich jede Zelle innerhalb der weit gewordenen Membran in 4 bzw. 16 Tochterzellen: zuerst bilden sich durch Teilung nach zwei Ebenen 4 kreuzförmige gestellte Zellen, dann 8 und schließlich 16 Zellen, die eine gekrümmte Platte bilden, die entgegengesetzt zur Krümmung der Mutterkolonie gekrümmt ist, also ihre konkave Seite vorne hat. Nun werden die Geißeln gebildet und die Tochterkolonien werden durch Verquellung der Muttermembran,



Fig. 377. *Gonium pectorale*. Entwicklung einer Kolonie aus einer Einzelzelle. *a*, *b* erste Teilungen; *b* von der Seite; *c* von rückwärts; *d* hohlkugeliges Zusammenschließen der kleinen Kolonie nach vorne; *e* Ausbildung der Geißeln. In den nächsten Stadien wird die jetzt nach vorne gebogene Platte nach rückwärts umgebogen, ohne daß es aber bei *Gonium* zu einer völligen Kugelbildung kommt. Die Umstülpung bleibt bei einer leichten Konvexkrümmung der Fläche stehen. Bei *Gonium* werden die Geißeln bereits in der primären Form der Tochterkolonie gebildet, bei *Eudorina* erst nach vollzogener oder zumindest sehr weit vorgeschrittener Umstülpung (nach Hartmann).

die noch lang die Geißeln behalten hatte, daß die Mutterkolonie während der ganzen Zeit Bewegung zeigte, frei und kommen durch die sich verflüssigende Gallerte der alten Kolonie ins Freie. Jetzt beginnt eine Umstülpung der nach vorn zusammengekrümmten Platte nach rückwärts einzusetzen, während der sich die 16 Zellen in die charakteristische Lagerung zurecht schieben. Diese Umstülpung krümmt die vordem konkave Platte so weit nach rückwärts, bis sie leicht konvex ist und die früher konvergierenden Geißelpaare nun wieder entsprechend der Rückkrümmung divergieren. Bei dieser leichten Konvexkrümmung bleibt die Umstülpung stehen und wird nicht soweit durchgeführt wie bei den kugeligen Kolonien

von *Eudorina* und *Volvox*. Gleichzeitig sollen auch die Verbindungstüpfel zwischen den Zellmembranen ausgebildet werden (Harper).

Bei allmählicher Austrocknung bilden die zur Ruhe kommenden Kolonien von *Gonium* eine Art *Palmella*, in der die einzelnen Zellen von einer etwas abstehenden Gallerthülle umgeben sind. In diesem Stadium kann noch Vermehrung stattfinden. Ob schließlich derbwandige Aplanosporen gebildet werden können, ist noch zu prüfen. Bei Zutritt von Wasser schlüpfen die Protoplasten aus den Palmellen aus und wandeln sich in Schwärmer um; in kurzer Zeit entsteht

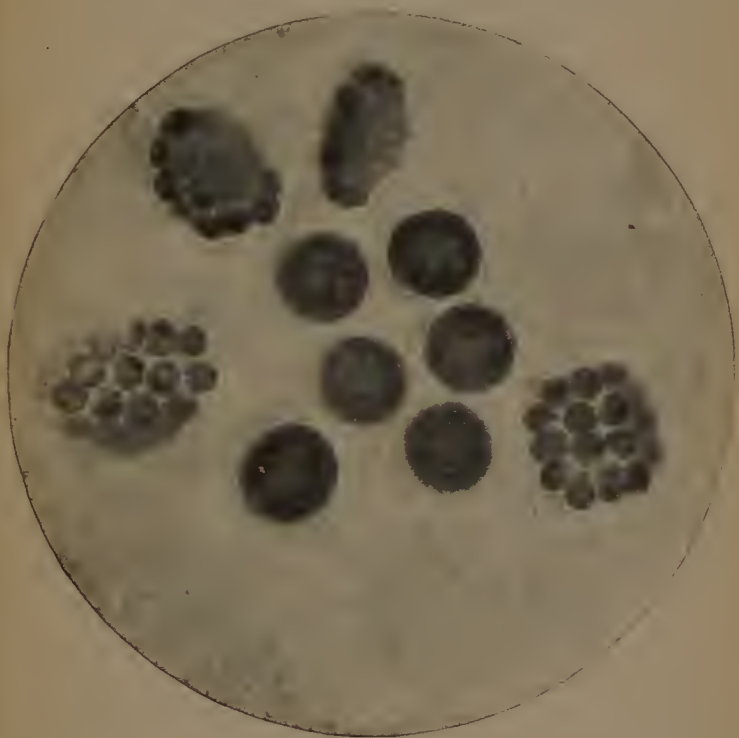


Fig. 378. *Gonium pectorale*. Entwicklung der Tochterkolonien in einer Kolonie. Einzelne Tochterkolonien bereits ausgeflacht; andere noch nach vorne eingekrümmt und fast Hohlkugeln bildend (nach Hartmann).

(des Nachts) durch dieselben Teilungen, die in den Zellen einer *Gonium*-Kolonie die Tochterkolonien bilden, eine kleine Kolonie aus diesem Schwärmer, die aus der Membran des aufgebrauchten Schwärmers austritt. Die Palmellen von *Gonium* unterscheiden sich dadurch von denen der *Eudorina*, daß bei ihnen die Gallert-hülle der einzelnen Zellen etwas weiter vom Protoplasten absteht. Diese Vorgänge wurden hier wie bei *Eudorina* erst in Kulturen beobachtet, sie entsprechen aller Wahrscheinlichkeit auch den Verhältnissen im Freilande. Für *Gonium* hat auch Chodat ähnliche Palmellen angegeben, die aber dort in flüssigen Kulturen entstanden. Hartmann erhielt solche auf Agar-Agar.

Ob die von einigen Autoren beobachteten derbwandigen Sporen wirklich Aplanosporen sind oder vielleicht Zygoten, ist unklar.

Geschlechtliche Fortpflanzung durch Kopulation von Gameten, die, obwohl oft von verschiedener Größe, doch so untereinander kopulieren, daß von einer Heterogamie nicht gesprochen werden

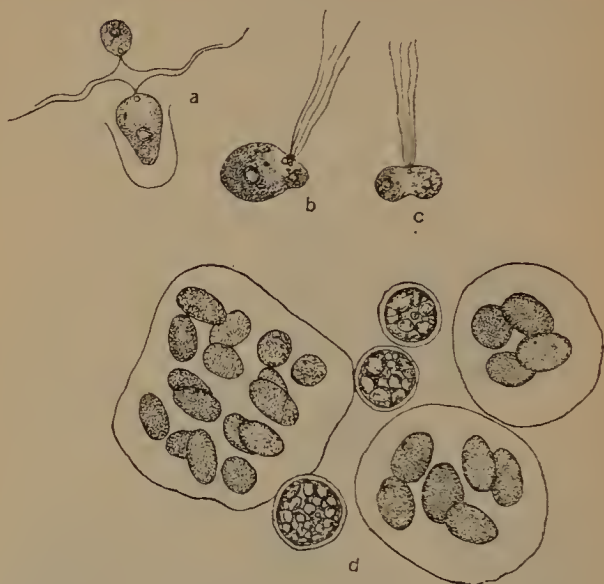


Fig. 379.

Fig. 379 und 379a. *Gonium pectorale*. a, b, c Kopulation der oft an Größe verschiedenen Gameten; bei d reife Zygoten, daraus bei der Keimung 4 oder 8 Zellen hervorgehend (nach Korschikoff, ähnliche Angaben auch bei Schussnig), vergleiche aber auch die Fig. 379a nach Schreiber, nach welchem aus der Zygote eine kleine vierzellige, beweglich werdende Kolonie hervorgeht. Anscheinend verhalten sich die Zygoten bei der Keimung nicht gleich (?).

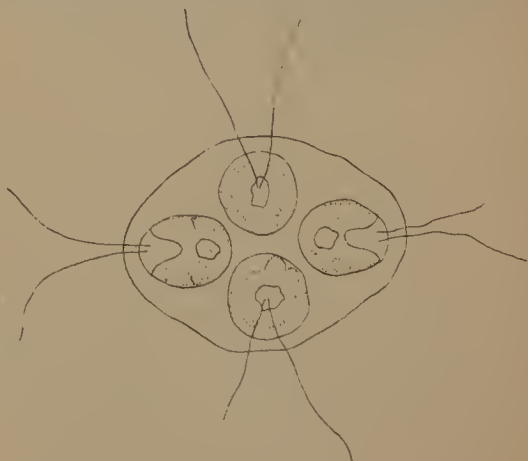


Fig. 379a.

kann, da Gameten jeder Größenklasse miteinander verschmelzen können. Gameten ganz in der Weise der Tochterkolonien zu 16 aus den vegetativen Zellen gebildet; nackt, oft sehr klein, mehr birn-

förmig, vorne mehr spitz und mit über zweimal körperlangen Geißeln. Sie bilden nach der Kopulation eine runde, glatte, derbwandige Zygote. Bei der Keimung treten aus der Zygote im Gegensatz zu *Pandorina* und *Eudorina* vier nackte Zellen, die bereits in der Form einer vierzelligen Kolonie austreten (vgl. Fig. 51, 52) und sich gleich bei dem Austritte begeißeln und abschwimmen. Wahrscheinlich auf die gleiche Weise wie aus den vegetativen Zellen einer Kolonie gehen auch aus ihnen durch die entsprechenden Teilungen je eine Kolonie hervor. Solche aus Zygoten entstandenen Viererkolonien sind durch die verschiedene Lagerung der beiden Zellpaare zu erkennen, das eine Paar steht fast normal zur Ebene der Kolonie, das andere Paar schräg dazu. Die fertigen *Gonium*-Kolonien sind eingeschlechtlich, heterothallisch. Wie Schreiber gezeigt, erfolgt die Trennung der beiden in der Zygote vereinigten Geschlechter bei der Reduktionsteilung: zwei der vier Keimzellen haben das eine, zwei das andere Geschlecht. Nachkommen einer Zygote können untereinander geschlechtlich reagieren, Nachkommen einer Kolonie nicht.

Nach Korschikoff (vgl. Fig. 380) können nach der Zygotenkeimung die vier Zellen noch einmal geteilt werden, so daß bis acht Zellen, die voneinander getrennt sind, gebildet werden können. Ähnliches gibt auch Schussnig an. Allem Anscheine nach verhalten sich, die Richtigkeit der Beobachtungen vorausgesetzt, die Zygoten in einzelnen Fällen verschieden.

Eine auffallende Art der Verbreitung und Isolierung in Einzelzellen konnte ich einige Male beobachten; sie erfolgte in der Weise, daß die Kolonien die einzelnen Zellen förmlich abschleuderten: plötzlich flog eine Zelle nach der anderen auf große Distanzen von der sich verkleinernden Kolonie fort. Die ganze Kolonie wurde auf diese Weise zerstreut. Ähnliches hat Wille, allerdings bei Blaualgen, gesehen. Die Abspaltung einzelner Zellen erfolgt allem Anscheine nach durch plötzliche Quellungen bestimmter Gallertschichten, die lange Zeit durch den Druck der äußeren Gallertschichten zusammengehalten, diesen in einem gegebenen Moment überwinden und die äußere Gallertschicht plötzlich zerreißen; durch die nun plötzlich vorschießenden Gallertmassen werden die einzelnen Zellen weggeschleudert. Jedenfalls wäre die ganze Beschaffenheit der Gallerte und ihre Struktur, wie bei den meisten Volvokalen, noch genau daraufhin zu untersuchen. Wir wissen sehr wenig darüber, vor allem nichts über die Beziehung der Gallerte zu den Einzelzellen bei der Entwicklung der Kolonien.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

Kolonien zu allermeist (im völlig ausgebildeten Zustande) 16zellig, nur selten 4zellig.

Zellen ellipsoidisch bis kugelig, meist ziemlich nahe beisammenliegend. *G. pectorale* 1.

Zellen ausgesprochen eibirnförmig, nach vorne oft auffallend verschmälert, oft fast breit kegelförmig mit breit abgerundeter, fast flacher Basis; meist ziemlich weit voneinander abstehend. *G. formosum* 2.

Kolonien nur vierzellig, Zellen meist ausgesprochen eiförmig, mit deutlicher, ausgerandeter oder kegelförmiger Membranpapille, vorne ausgerandet.¹⁾

G. sociale 3.

1. **Gonium pectorale** Müller (Fig. 376—379). Kolonien meist 16zellig, seltener 8- oder 4zellig. Zellen meist nicht sehr weit voneinander abstehend. Einzelzellen ellipsoidisch bis schwach eiförmig, basal abgerundet nach vorne nur sehr wenig verschmälert, oft fast kugelig. Chromatophor mit sehr kräftigem, oft konvexem Basalstücke und einem Pyrenoide. Lumen des Chromatophors meist leicht kegelförmig. Stigma groß, vorne gelegen. Zellen 5—14 μ , lang bis 10 μ breit, Kolonien bis 70 (90) μ im Durchmesser.

Eine sehr variable Art, deren Rassen noch in keiner Weise präzisiert sind. Es gibt auch hier eine kleinzellige Reihe, deren Zellen, soweit ich sehen konnte, nie zur Größe der typischen Form herankommen, sondern immer um 4—5 μ kleiner bleiben. Vielleicht sind auch die Formen mit fast kugeligen Zellen nicht im Zusammenhange mit denen zu bringen, deren Zellen ellipsoidisch sind. Schließlich gibt es eine Rasse, deren Zellen nicht weit voneinander abrücken, deren verbindende Membranbrücken kaum bemerkbar vorspringend sind, sondern mit breiten Flächen direkt aneinanderstoßen, also die jugendliche Ausbildung, bei der die Membranbrücken noch nicht sehr ausgebildet sind, auch im erwachsenen Zustande beibehalten. Dann erscheinen die Zellen nicht selten teilweise abgeplattet, das ganze Aussehen der Kolonie wird dadurch etwas anders. Extreme Formen dieser Art hat Lemmermann als *Gonium angulosum* beschrieben, ohne daß ich aber sagen kann, inwieweit es sich hier tatsächlich um eine eigene Art handelt.²⁾ Ich glaube aber, daß diese Formen durch Übergänge mit den anderen verbunden sind. Es scheint konstant vierzellige Rassen zu geben.

Einmal sah ich eine sehr große Rasse, mit Zellen, die bis 20 μ lang und 15 μ breit waren und deren Kolonien über 100 μ maßen. Da sie sich in guter Vermehrung befanden, so kann es sich nicht um eine bloße Vergrößerung infolge von Teilungsverzug handeln.

Den merkwürdigen Artnamen wählte Müller wegen der Ähnlichkeit einer *Gonium pectorale*-Kolonie mit der Brustplatte (Ephod) des jüdischen Hohenpriesters, die aus Edelsteinen zusammengesetzt war, in die die Zeichen der zwölf Stämme eingeschnitten waren und unter denen sich die beiden Orakelsteine Umim und Thumim befanden.

2. **Gonium formosum** Pascher (Fig. 380). Kolonien meist 16zellig, im allgemeinen wie *Gonium pectorale*, meistens die Zwischenräume zwischen den einzelnen Zellen deutlich größer, dadurch, daß die seitlichen Verbindungsbrücken der Membranen etwas länger sind. Einzelzellen nicht ellipsoidisch oder plumpeiförmig,

1) Hierher gehören außer *Gonium sociale* einige andere, noch nicht genügend genau bekannte Arten.

2) Ich konnte in letzter Zeit sehen, daß *angulosum*-artige Formen bei Deckglasdruck zustandekommen können.

sondern fast ausgesprochen birnförmig, basal verbreitert und breit abgerundet oft fast flach, nach vorne ausgesprochen verschmälert, oft sogar leicht kegelförmig; sonst wie *G. pectorale*, mit dem gleichen, sehr großen, topfförmigen Chromatophoren,

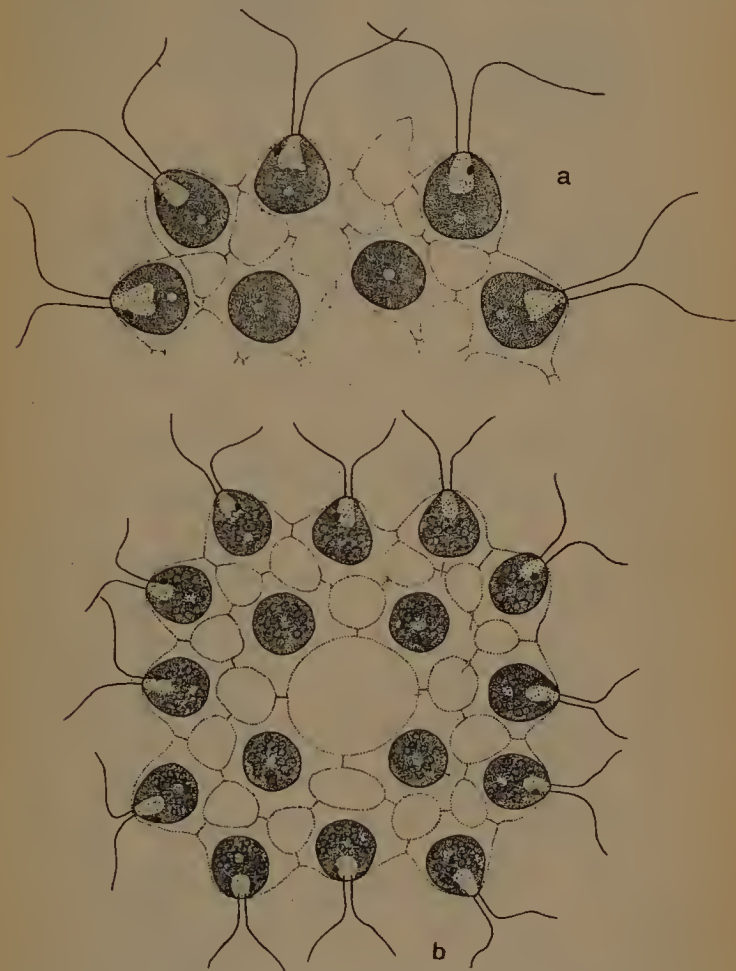


Fig. 380. *Gonium formosum*. *a* halbe Kolonien vergrößert; *b* Aufblick auf eine Kolonie.

der hier basal sehr stark verdickt ist. Die basale Verdickung mit dem einzigen Pyrenoid reicht oft bis fast an das vordere Drittel heran; Stigma vorne. Größe der Zellen annähernd wie die der vorhergehenden Art, Kolonien aber etwas größer. Nur im beweglichen Stadium beobachtet.

Aus Nordamerika (Plankton der Seen in Wisconsin) und in einer dieser sehr nahestehenden Form mit vorne fast zugespitzten Zellen, aus einem kleinen pflanzenreichen See bei Scharbeutz in Holstein.



Fig. 381. *Gonium sociale*. a, b von der Seite; c, d von oben (a, b nach Scherffel).

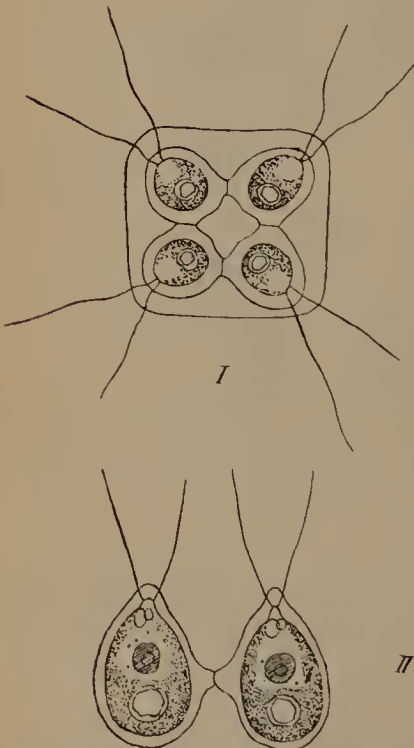


Fig. 382. *Gonium sociale*. I von oben; II von der Seite (nach Chodat).

3. *Gonium sociale* (Dujardin) Warming (Fig. 381, 382). Kolonien vierzellig, niemals 16zellig; gemeinsame Hüllgallerte oft schwer sichtbar, dafür die einzelnen Hüllgallerten der Zellen oft deutlich vorstehend. Zellen mit scharf abgesetzter Membran von der Vorderseite gesehen nach hinten in den Ecken eines Quadrates angeordnet; fast parallel zueinander stehend. Einzelzellen ausgesprochen eiförmig, $1\frac{1}{2}$ bis 2 mal so lang als breit; basal breit abgerundet, vorn abgestutzt und von der Seite gesehen deutlich ausgerandet, Membran dort deutlich in der Form einer breiten, abgestutzten und ausgerandeten Papille vorgezogen. Geißeln an den Ecken der Papille austretend. Chromatophor topfförmig, sehr weit nach vorne reichend Pyrenoid basal, Stigma vorne bis

äquatorial Geißeln $1\frac{1}{2}$ mal so lang als die Zellen. Vermehrung in der üblichen Weise: durch Bildung von vier Tochter-



zellen in der Einzelzelle, die gleich in der Form der Kolonie beisammen bleiben. Länge der Zellen $10-22\ \mu$, Breite $6-16\ \mu$. Sehr verbreitet, doch nur vereinzelt gefunden. In seiner Ökologie noch unbekannt. Soweit ich sah, mehr katharob. als *G. pectorale*.

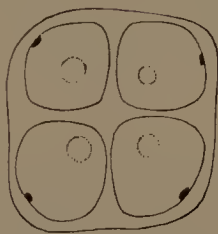


Fig. 383.

Fig. 383. *Gonium sacculiferum* (nach Scherffel).

Wird gerne mit bloß vierzelligen Kolonien von *Gonium pectorale* verwechselt und viele Angaben über *G. sociale* beziehen sich auf irrtümlich diese bloß vierzelligen Rassen von *pectorale*.

Die Gruppe des *Gonium sociale* ist gewiß nicht einheitlich, was aber davon bekannt und beschrieben ist, läßt eine Aufteilung noch nicht zu. Hier wurde die Form als typisch zugestellt, die vorne relativ breite, ausgerandete „Papillen“ hat, die schräger von den Geißeln durchsetzt werden. Chodat bildet eine Form, die mehr

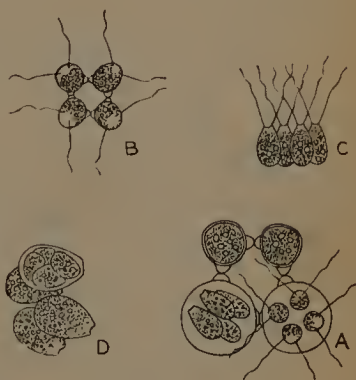


Fig. 384. *Gonium lacustre* B von vorne; C von der Seite; D schief von hinten; A zum Teil in Teilung; F mit Tochterkolonien (nach West).

kegelförmige, nicht ausgerandete Papillen hat. Hansgirg beschreibt als var. maior: Zellen vor der Teilung bis $21\ \mu$ dick. West hat ein *Gonium lacustre* (Fig. 383) beschrieben, das dem *Gonium sociale* ganz nahe steht, wenn es nicht mit ihm identisch ist. Es hat die gleichen Vorderenden der Zellen wie *Gonium sociale*, soll sich aber von ihm nach West dadurch unterscheiden, daß die Cilien nur an den Enden die undulierenden Bewegungen zeigen, während sie bei *G. sociale* fast der ganzen Länge nach schwingen sollen. Darnach wäre bei dieser Form das Längenverhältnis zwischen dem starken Basal- und dem Endteile der Geißel ein anderes. Ich halte sie aber nicht für verschieden.

Scherffel beschreibt ferner ein *Gonium sacculiform* (Fig. 384), daß in bezug auf die Vorderenden der Zellen dem *Gonium sociale* nahe kommt. Es scheint aber eine andere Koloniebildung zu haben, d. h. ein anders geschichtetes und verbindendes Gallertsystem wie auch die gemeinsame äußere Hüllgallerte vom Hinterende der Kolonie weit und gebuckelt absteht. Ich hielt diese Ausbildung lange für ein Entwicklungsstadium anderer Gonien, bin aber in der letzten Zeit doch bedenklich geworden und reihe sie hier im Anhang an die anderen *Gonium*-Arten an, die Entscheidung darüber kommenden Untersuchungen, die sehr nötig, überlassend.

Aus der Zips (Karpathen).

Volvoceae.

Zellen in ellipsoidischen bis fast kugeligen, gallertumhüllten Kolonien, die meist ein deutliches Vorder- und Hinterende zeigen. Bei einer Gattung die Kolonie flach gedrückt; diese läßt aber die allgemeine Gestalt noch aus der alternierenden Stellung der Einzelzellen erkennen.

Bestimmungsschlüssel der Gattungen.

- I. Zellen in der Kolonie zentral gedrängt, oft sich gegenseitig abplattend, meist 16zellig. Anordnung in Kränzen bei völlig ausgebildeten Kolonien kaum angedeutet.
 1. Eingeißelige Form. Mastigosphaera (S. 428).
 2. Zweigeißelige Form. Pandorina¹) (S. 423).
- II. Zellen mehr periphor, nicht ins Zentrum gedrängt, bei wenigerzelligen Kolonien in deutlichen Kränzen; bei einer Gattung die Kränze zu Querreihen zusammengedrückt, diese Gattung daher ganz flach.
 1. Nur zwei Zellkränze vorhanden; die oft schief zueinander stehen und deren Zellen wechselseitig alternieren; 8 oder 16 Zellen. Stephanoon (S. 429).
 2. Mehrere Zellkränze vorhanden.
 - A. Kolonien flach hufeisenförmig, die Kränze zu Reihen zusammengedrückt. Platydorina (S. 431).
 - B. Kolonien nicht flach.
 - a) Zellen deutlich in Kränzen, der vordere und hintere Kranz mit 8, die anderen mit 16 Zellen (doch auch

2 resp. 4zellig); die vorderen vier Zellen mehr oder weniger deutlich kleiner und in der Teilung verzögert¹⁾ bis teilungsunfähig. **Eudorina** (S. 433).

- b) Keine deutlichen Zellkränze, Zellen 64 bis viele Tausend.
- a) Zellen meist 64 oder 128; die Zellen der vorderen Hälfte teilungsunfähig. **Pleodorina** (S. 446).
- β) Sehr viele, bis viele Tausende von Zellen, Teilungsfähigkeit meist auf relativ wenig Zellen der hinteren Zellhälfte beschränkt. **Volvox**²⁾ (S. 450).

Pandorina Bory

Kolonien kurz ellipsoidisch, manehmal stark kugelig, an beiden Enden breit abgerundet, annähernd gleich, am Basalende fast niemals wellig oder gelappt. Zellen verkehrt eiförmig, zentral in der Gallerte beisammenliegend, die oft nur eine dünne Schicht darstellt, oft sehr stark verquollen ist; Vorderende der Zellen meist sehr flach abgerundet bis fast gerade; diese nach rückwärts, meist gleichmäßig keilig verschmälert und am Ende abgerundet; mit den verschmälerten Seitenflächen meist eng aneinandergelagert und radiär orientiert und auf diese Weise eine 16zellige zentrale Zellausammlung bildend.³⁾ Chromatophor sehr groß, bis zur Vorderfläche reichend und vorne meist noch längs der Vorderfläche zusammengebogen; meist mit mehreren Pyrenoiden oder mit einem großen basalen im verdickten Basalteile, manchmal seitlich gelegenen Pyrenoide, das eine hohlkugelige aus mehreren Einzelteilen zusammengesetzte Stärkehülle hat. Stigma an den vorderen Zellen meist deutlich größer als an den hinteren Zellen, rundlich bis länglich. Geißeln je zwei an jeder Zelle, mit ebenfalls deutlichem, stärkerem Basalteile und viel dünnerem Endteile. Kern zentral, etwas nach vorne gelagert. Kontraktile Vakuolen zwei, vorne.

Vermehrung dadurch, daß jede Zelle, die vorderen manchmal etwas verzögert, durch vier aufeinanderfolgende Längsteilungen innert der Membran 16 Tochterzellen bilden, die in der üblichen Weise nach vorne napfartig zusammenneigen, worauf die Umstülpung unter gleichzeitiger oder nachfolgender Zusammenlagerung zur definitiven Anordnung der Kolonie erfolgt.

Geschlechtliche Fortpflanzung durch Ausbildung von Zoogameten in den Zellen (an der Bildung können sich ebenfalls alle Zellen beteiligen); Zoogameten klein, eiförmig, untereinander in der Größe sehr verschieden. Es kopulieren zwar meist verschiedene Größenordnungen mitsammen, doch ist eine ausschließliche Heterogamie nicht vorhanden, wie ja auch die extremen Größenklassen der Zoogameten durch Übergänge verbunden sind. Die Zygote ist kugelig, glattwandig, gelbrot. Bei der Keimung wächst sie in die Größe, es entsteht aber nur ein einziger großer Schwärmer aus ihr,

1) Es gibt Übergänge zwischen *Pandorina* und *Eudorina*.

2) Wahrscheinlich künstliche Gattung.

3) Zellenzahl aber auch nur 8, sehr selten 32, und durch Teilungsstörungen oft auch andere irreguläre Zellen. Sehr selten sind Kolonien, die nur aus vier oder zwei Zellen bestehen.

indem die gleichen Teilungen vor sich gehen, wie bei der Bildung der Tochterkolonien aus den vegetativen Zellen und ebenfalls zur Bildung einer Kolonie führen. Bei der Reduktionsteilung gehen die anderen drei zur Haploidie reduzierten Keime zugrunde.

Die Kolonien von *Pandorina* sind wahrscheinlich in Analogie zu *Eudorina*, die ebenfalls zu allermeist nur einen Schwärmer aus der Eissphäre entwickelt, eingeschlechtig: *Pandorina* ist zweihäusig.

Neben den als Dauersporen dienenden Zygoten werden auch ungeschlechtliche Sporen erzeugt, indem sich jede Einzelzelle kontra-

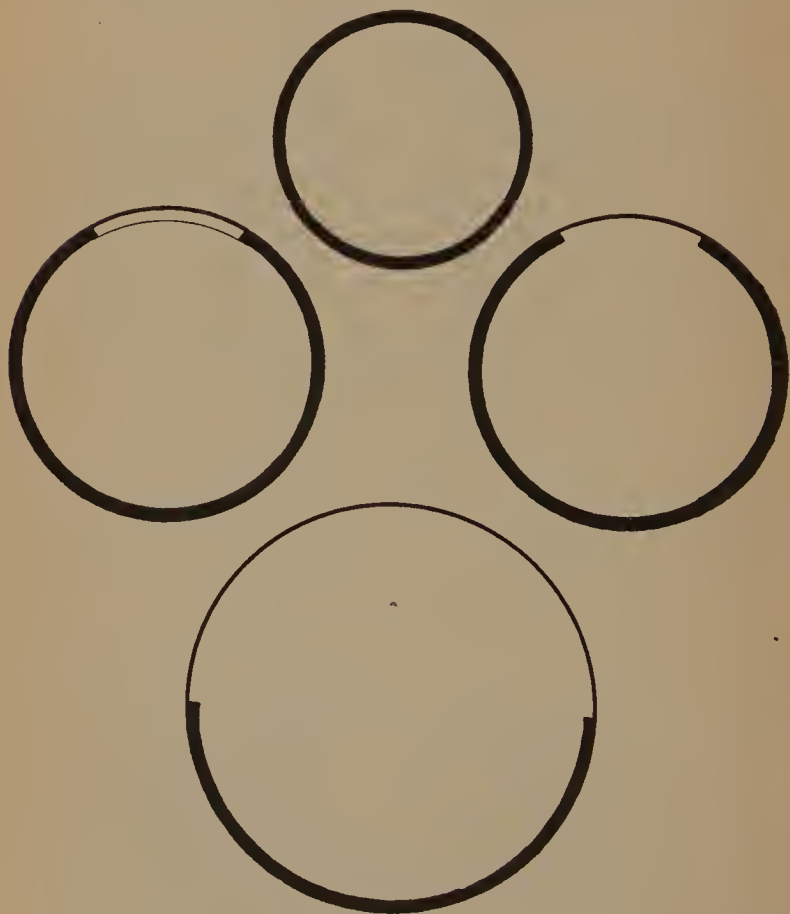


Fig. 384 A.

Fig. 385. A, B die Volvocaceengattungen schematisch in ihrer reproduktiven Differenz dargestellt. Die Kreise stellen eine der immer mehr oder weniger kugelige Kolonien dar. Die dick ausgezogenen Kreisbogen stellen den Bereich der Kolonien dar, in dem die Zellen sich geschlechtlich oder ungeschlechtlich vermehren können; der zart ausgeführte Kreisbogen gibt den Bereich der rein vegetativen, nicht mehr vermehrungsfähigen Zellen wieder. Oben *Pandorina*, alle Zellen vermehrungsfähig; links: *Eudorina elegans*, der vordere vierzellige Kranz mit gehemmter, doch

hiert und mit einer derben, zweischichtigen Membran umgibt — die Kolonie löst dabei aus ihren Verband auf — um dann gewöhnlich zu zweien oder mehreren, locker beisammenbleibend, zu Boden zu sinken. Sie sind gelb gefärbt und ähneln Zygoten. Die Keimung wurde noch nicht beobachtet; wahrscheinlich wird der Protoplast als Schwärmer frei, der in der üblichen Weise die Teilungen zur Koloniebildung durchführt.

Neben diesen Stadien kommen auch palmelloide Formen vor: schleimige Aggregate von grünen Zellen, von denen jede abgerundet ohne Geißeln in einer leicht geschichteten Gallerthülle lebt, die untereinander verfließen. Die Zellen treten ebenfalls als zweigeißelige Schwärmer aus, die aller Wahrscheinlichkeit direkt wieder Tochterkolonien ergeben.

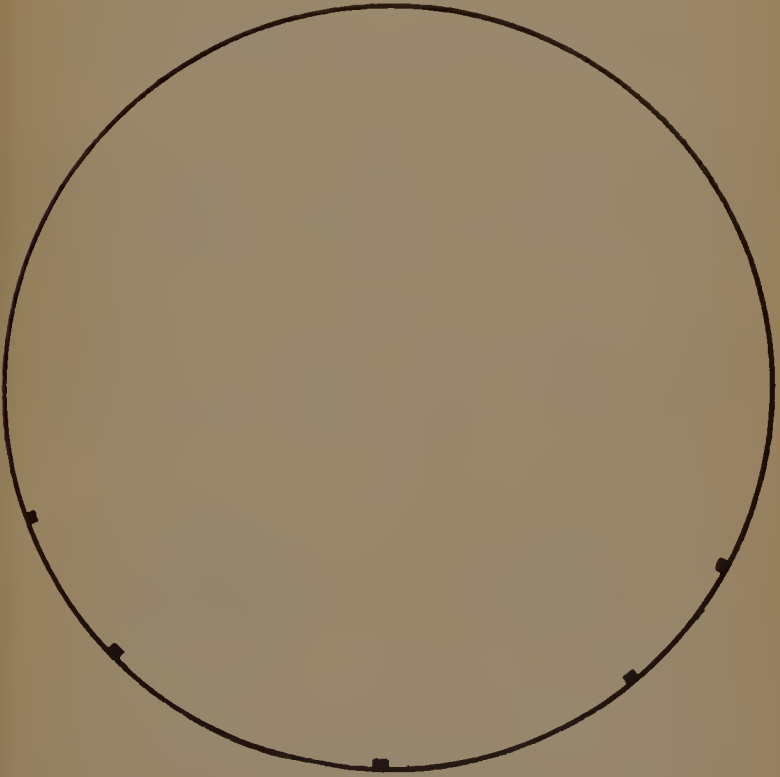


Fig. 385 B.

nicht völlig unterdrückter Vermehrungsfähigkeit; rechts: *Eudorina illinoisensis* der vordere Kranz aus vier auffallend kleineren und nicht vermehrungsfähigen Zellen bestehend. Unten: *Pleodorina californica*, nur mehr die Zellen der hinteren Koloniehälfte vermehrungsfähig. Auf der gegenüberliegenden Seite *Volvox*: nur mehr wenige Zellen des Hinterendes der Kolonie vermehrungsfähig. (Vermehrungsfähig bezieht sich sowohl auf die geschlechtliche wie ungeschlechtliche Vermehrung.)

Weder die Schwärmer aus der Zygote, noch die aus den Aplanosporen, noch die aus den Palmellen zeigen die Form der Zellen in der Kolonie, sie sind immer kugelig ellipsoidisch nach vorne oft deutlich verschmälert.

Auch bei *Pandorina* treten manchmal unter Bedingungen, die noch unbekannt sind, die Einzelzellen aus dem Verbande, schwärmen wie *Chlamydomonas*-Zellen herum, um, dann entweder den Ausgangspunkt für Palmellen zu geben (sie runden sich ab, werfen die Geißeln ab und umgeben sich mit Gallerthüllen), oder aber sie bilden dann so, wie wenn sie im Verbande der Kolonien wären, durch Teilungen neue Kolonien. Neben diesen beobachteten Vorgängen halte ich

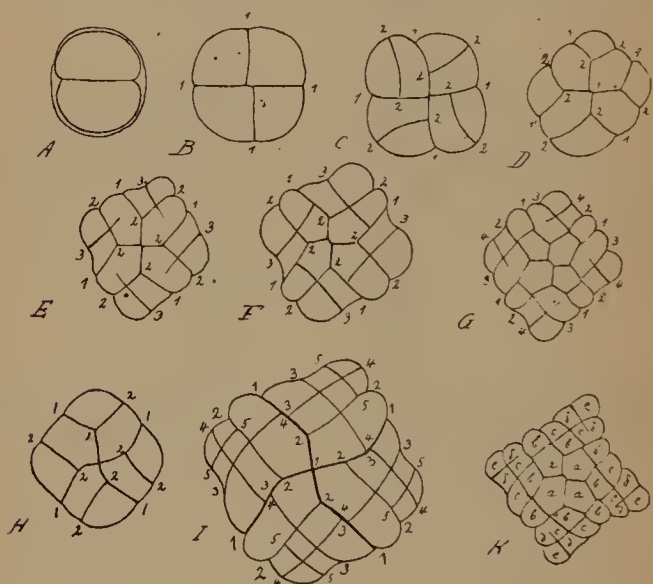


Fig. 386. Entwicklung der Zellscheibe bei der Bildung einer Tochterkolonie aus einer Zelle einer Volvokale.

auch die Bildung von Aplanosporen aus diesen isolierten Zellen für möglich.

Pandorina ist nicht sehr gut bekannt. Vor allem ist der feinere Bau der Kolonie sehr wenig untersucht, der Anteil jeder einzelnen Zelle an der Gallerte und auch die Ausbildung der Gallerte an jeder Einzelzelle ist noch festzustellen. Ferner bedarf auch die Morphologie der Einzelzelle noch der Untersuchung.

Die bei uns vorkommenden Formen scheinen in keiner Weise einheitlich zu sein. Zunächst gibt es mehrere Formen in bezug auf die Ausbildung der am vorderen Pole gelegenen Zellen: sie sind bei manchen Formen deutlich kleiner und teilen sich auch nicht so rasch und gleichzeitig mit den anderen 12 Zellen. Dann scheint es auch sowohl in der Form der Zellen wie auch der Anordnung der Zellen verschiedene Ausbildungen, zu geben: Formen deren Zellen

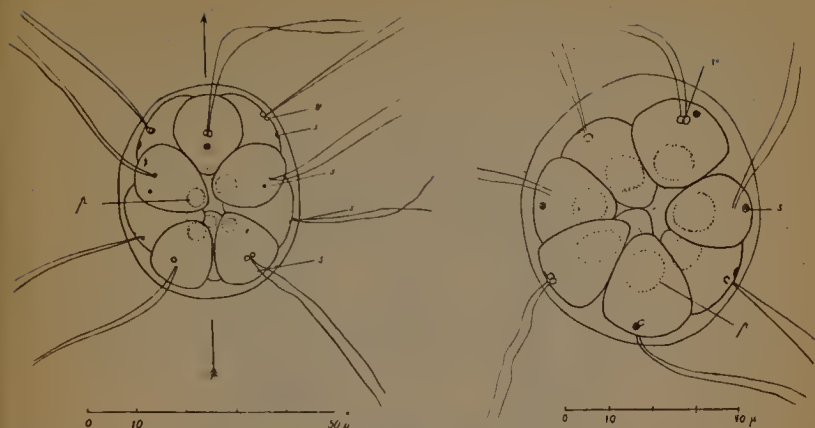


Fig. 387. *Pandorina morum*. Links von der Seite; rechts von vorne (nach Conrad).

sehr wenig keilig sind, und auch nicht so dicht aneinanderschließen¹⁾ und solche, deren Zellen merklich kleiner sind als bei der üblichen Form und, wenigstens soweit beobachtet, nicht deren Größe erreichen. Ferner fand ich auch soweit ich sah konstante Formen mit mehreren Pyrenoiden. Einzelne Formen scheinen durch konstant kleine Zellen, die sich fast nicht abplatteten, charakterisiert zu sein.

Jedenfalls ist die einzige Art eine Sammelart.

***Pandorina morum* (Müller) Bory** (Fig. 387–389). Mit den Merkmalen der Gattung. Kolonien bis 250 μ lang, Einzelzellen 9–17 μ lang und oft ebenso dick.



Fig. 388. *Pandorina morum*. a, b eine 16- und eine 8zellige Kolonie (nach G. M. Smith).

Sehr verbreitete Form, die in ihrer Ökologie sehr weite Grenzen hat, in reinem Wasser wie in völlig versehmutzten Wässern vorkommt. Ich fand sie sehr vereinzelt auch im Sapropel.

1) Diese Formen können gewiß als Übergänge zu *Eudorina* gedeutet werden, wie ja *Pandorina* und *Eudorina* sich eigentlich an nicht typisch entwickelten Formen nur schwer mit Sicherheit erkennen lassen.

Korschikoff hat eine *Pandorina charkowiensis* beschrieben. Sie stellt einen Übergang von *Pandorina* zu *Eudorina* dar, ist aber besser mit dieser zu vereinigen (s. S. 411).

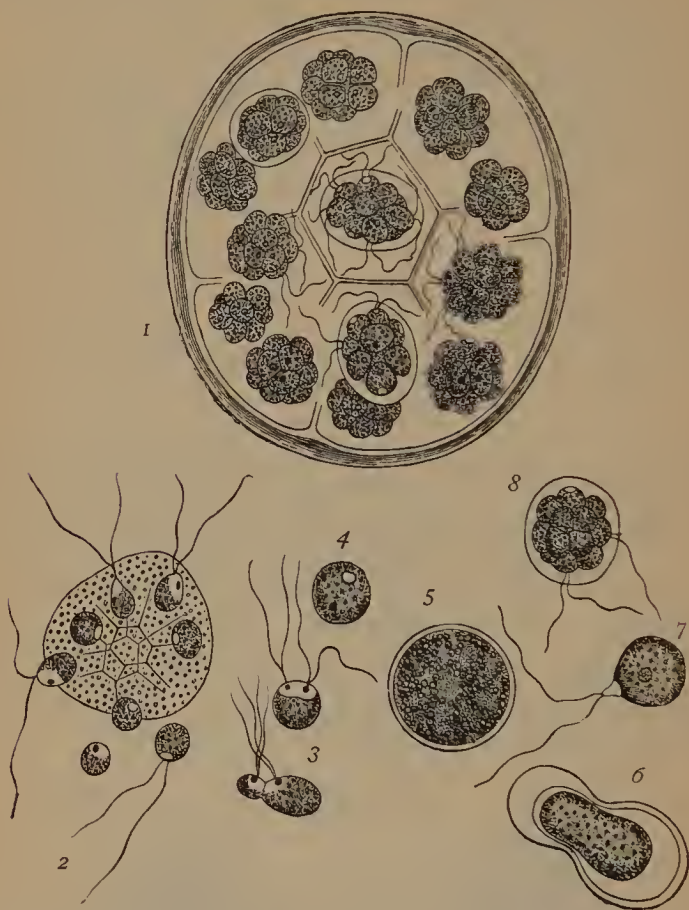


Fig. 389. *Pandorina morum*. 1 Kolonie in asexueller Vermehrung; jede Zelle bildet eine Tochterkolonie aus; 2 Gametenbildung; Gameten ungleich, doch ohne ausgesprochene Heterogamie; 3 Kopulationsstadien; 4, 5 eine unreife und eine reife Zygote; 6 bei der Zygotenkeimung gehen von den vier (haploiden) Keimen drei zugrunde und nur einer tritt (rechts unten) als zweigeißeliger Schwärmer (7) aus; 8 in diesem Schwärmer bildet sich eine neue *Pandorina*-Kolonie.

Mastigosphaera Schewiakoff

Kolonien kugelig nach dem *Pandorina*-Typus. Einzelzellen durch eine mächtige Gallertthülle zusammengehalten. Struktur der Gallerte unbekannt, Einzelzellen verkehrteiförmig, basal abgerundet, vorne sehr breit abgerundet, fast flach; annähernd radiär vom Mittelpunkt der Kolonie ausstrahlend. Geißel eine, vorne zentral in einer kleinen Warze eingefügt, sehr lang bis fast $3\frac{1}{2}$ mal

so lang als die Zelle. Chromatophor groß, topfförmig, nach der Figur Schewiakoffs basal stark verdickt, bis nach vorne reichend; am vorderen Rande ein großes Stigma. Pyrenoid seitlich, fast über der Mitte der Zelle gelegen. Kontraktile Vakuolen vorne, zwei, je eine zu den Seiten der Geißelbasis. Kern in der Mitte der Zelle oder etwas tiefer.

Unterscheidet sich von *Pandorina* eigentlich nur durch den Besitz der einzigen, axial eingefügten Geißel.

Eine Art beschrieben:

Mastigosphaera Gobii Schewiakoff (Fig. 390). Kolonie 30–33 μ im Durchmesser. Einzelzelle 9 μ lang.

Bis jetzt nur aus Neu-Seeland bekannt: Wald bei Tarawera, Sumpf.

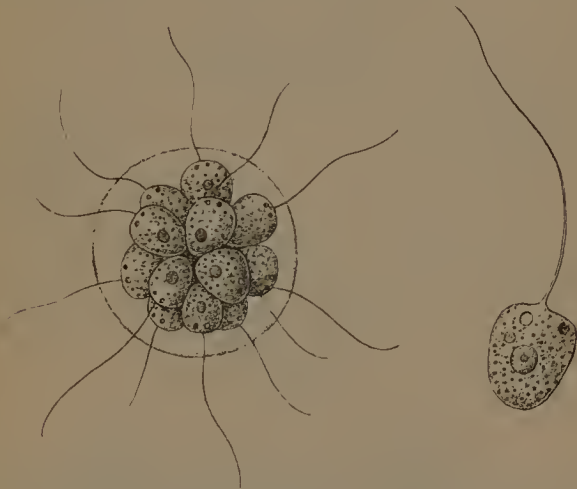


Fig. 390. *Mastigosphaera Gobii*. Daneben eine Einzelzelle (nach Schewiakoff).

In Europa wurde diese Gattung noch nicht gefunden. Um einen Beobachtungsirrtum in den Geißelverhältnissen kann es sich nicht handeln, da Schewiakoff ausdrücklich die Begeißelung untersuchte. Da wir keine grünen, eingeißeligen und einzelnen lebenden Volvokalen mit Sicherheit kennen, hat *Mastigosphaera* ganz besonderes Interesse. Es sei bemerkt (vgl. das bei *Pandorina* Gesagte), daß auch bei *Pandorina* Formen auftreten, die das Pyrenoid nicht basal, sondern sehr seitlich abgerückt haben.

Stephanoon Schewiakoff

Kolonien kugelig oder ellipsoidisch, von einer mächtigen Gallert-hülle umgeben, deren Struktur nicht bekannt ist. Zellen 8 oder 16 (seltener davon abweichende Zahlen oder nur 2), bei der typischen Form äquatorial gelagert, und zwar in zwei alternierenden Reihen von je 4 resp. 8 Zellen, wobei die Einzelzellen ziemlich gleichmäßige Abstände voneinander haben. Die Einzelzellen folgen also in einer

Zickzacklinie aufeinander. Einzelzellen kugelig, anscheinend ohne besonders differenzierte Membran (die Abbildung der Einzelzelle gibt aber eine solche wieder), vorne leicht ausgerandet. Geißeln apikal, über dreimal körperlang. Chromatophor sehr groß, fast hohlkugelig, vorne fast bis zur Geißelbasis reichend, mit einem deutlichen, vorne gelegenen Stigma; doch anscheinend ohne Pyrenoid. Kern annähernd zentral. Eine kontraktile Vakuole vorne gelegen.

Das Innere der Kolonie wohl, wie bei allen hohlkugeligen Volvokalenkolonien, von einer fast wässerigen Gallerte ausgefüllt, die weniger lichtbrechend ist als der periphere Mantel. Die Geißeln stehen bei der einen Art von *Stephanoon* annähernd in der Richtung der Äquatorialebene. Bewegung unter Rotation um die kleinere Achse. Durch die peripher äquatoriale Anordnung der Zellen innerhalb der Kolonie erinnert *Stephanoon* an *Stephanospaera*, doch ist hier der Zellbau ein ganz anderer.

Zwei vielleicht nicht ganz sicher zusammengehörige Arten:

Kolonie 16zellig; zwei Kränze mit je 8 Zellen; beide Kränze nicht weit voneinander abgerückt, fast parallel zueinander stehend.

St. Askenasii 1.

Kolonie 8zellig; die beiden Kränze 4zellig; beide Kränze zueinander oft in ausgesprochen geneigten Ebenen liegend. **St. Wallichii** 2.

1. **Stephanoon Askenasii** Schewiakoff (Fig. 391). Kolonien in der normalen Ausbildung aus 16 Zellen bestehend. Zellen kugelig, relativ nahe beisammen stehend, Durchmesser der Kolonie:



Fig. 391. *Stephanoon Askenasii* (nach Schewiakoff).

78 μ lang, und 60 μ breit. Einzelzelle 9 μ im Durchmesser. Geißeln bis 30 μ lang.

Auch diese Art wurde bis jetzt nur in Australien gefunden (Lachen im botanischen Garten in Melbourne). Vielleicht endemisch.

2. **Stephanoon Wallichii** Wille (= *Eudorinella Wallichii* Lemmermann = *Eudorina* (?) *Wallichii* Turner) (Fig. 392). Kolonien breit-ellipsoidisch, fast kugelig. Darin acht Zellen in zwei Kränzen zu je vier Zellen. Zellen jedes Kranzes um 90° voneinander entfernt. Der zweite Kranz manchmal fast parallel zum ersten, doch auch sehr geneigt, bis fast normal zu ihm stehend. Im

allgemeinen die Zellen des einen Kranzes mit den Fugen des anderen Kranzes korrespondierend, die beiden Kränze daher um 45° gegeneinander gedreht. Zellenbau sehr wenig bekannt. Soweit ich sah, typische Volvokalzellen mit großem, basal verdickten Chromatophoren und einem nicht ganz vorne gelegenen Augenfleck. Ich konnte nicht ins Reine kommen, ob ein Pyrenoid vorhanden sei. Die Geißeln wurden von Lemmermann beobachtet. Ich sah nicht mehr ganz gesundes Material. Zellen 15–22 μ lang, 10–17 μ breit. —

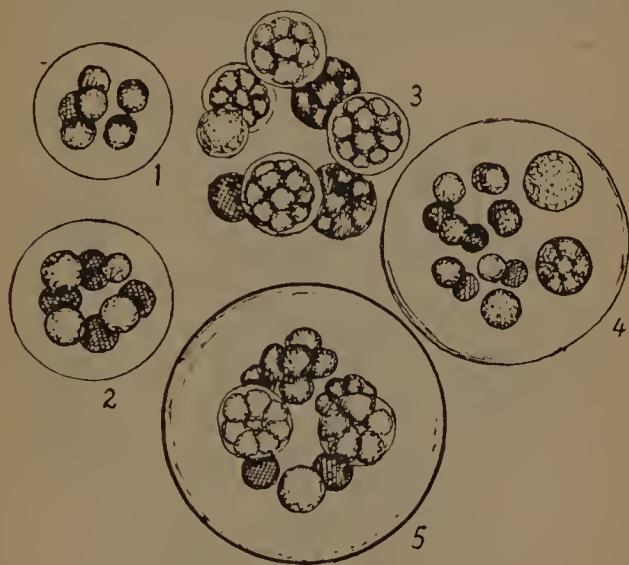


Fig. 392. *Stephanoon Wallichii*. 1, 2 kleine Kolonien; bei 2 die Zellenordnung deutlich; 3, 4, 5 verschiedene weit vorgeschrittene Teilungsstadien (nach Fritsch).

In pflanzenreichen Teichen: Holstein (Lemmermann), Karpathen (Scherff), sehr verwachsene Altwässer um Stuttgart (Pascher).

Dieser Organismus bedarf dringendst der Überprüfung. Nirgends liegt eine genaue Beschreibung oder eine gute Zeichnung vor. Es ist auch gar nicht unmöglich, daß dieser Organismus eine ganz andere Deutung findet. Für das Entwicklungsstadium einer anderen, vielleicht *Eudorina*-artigen Volvocacee möchte ich ihn nicht halten. Ich gebe Figuren nach Fritsch wieder, die nach afrikanischem Materiale gemacht sind.

Platydorina Kofoid

Kolonien tafelförmig, aus einer einzigen Schicht von Zellen bestehend, von der Breitseite gesehen mit hufeisenförmigem, vorne breit abgerundetem Umriß. Zellen, durch Gallerte zusammengehalten, die außen von einer festen Schichte überkleidet ist. Die Gallerte

am Hinterende der Kolonie in einige, drei bis fünf, verschieden lang schwanzartige Fortsätze ausgezogen, die aber symmetrisch zu Längsachse der Kolonie gebildet sind. Kolonie, falls 32 zellig, auf einem äußeren Kranz von 16 Zellen bestehend, die annähernd die Konturen der Kolonie folgen, dann folgt ein Kranz von 12 Zellen der im hinteren Teile der Kolonie an den äußeren anschließt, vorne aber locker von ihm absteht. Zentral schließlich vier quadratisch beisammen stehende Zellen, die ebenfalls vorne von inneren Kranze locker absteht, rückwärts aber an ihn anschließt. Zellen innerhalb der Kolonie sich zu allermeist mit ihren abstehenden Hüllen berührend, doch zwischen sich Fenster freilassend. Es kommen auch 16zellige Kolonien vor.

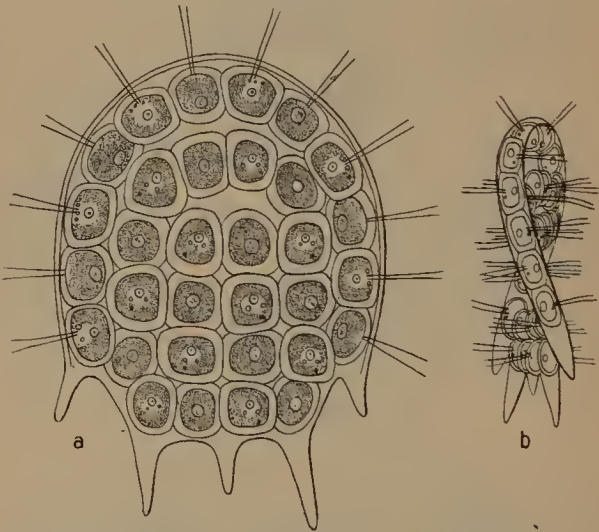


Fig. 393. *Platydorina caudata* (nach Kofoid).

Kolonie von der Seite her gesehen nach der Längsachse leicht schraubig gedreht. Zellen ihre Geißeln nicht nach der gleichen Seite streckend, sondern abwechselnd die eine Zelle nach der einen, die andere nach der anderen Tafelseite der Kolonie richtend, von Baue der typischen Chlamydomonadinenzelle: breit ellipsoidisch, vorne leicht eingedrückt, mit großem, dickem Chromatophoren, der basal ein großes Pyrenoid hat. Augenfleck relativ klein, vorne. Zwei kontraktile Vakuolen, vorne.

Diese Volvokale steht derzeit ziemlich isoliert, mit *Goniur* verbindet sie nur eine ganz äußerliche Ähnlichkeit der ebenfalls flach-tafelförmigen Kolonie; gegen jede nähere Verwandtschaft spricht bereits die ganz andere Anordnung der Geißeln in der Kolonie resp. die andere Lagerung der Zellen. Kofoid neigt dazu, *Platydorina* in Verbindung mit den kugeligen Formen der Volvokale zu bringen, und in der Tat bekäme man durch weitgehende dorsiventrale Abflachung einer *Eudorina* z. B. schließlich eine flache Kolonie mit verschieden gerichteten Geißeln der nebeneinander befindlichen Zellen. Vielleicht könnte man auch in den lappigen Ausendungen der am Hinterende der Kolonie befindlichen Gallerte

die bei beiden Gattungen allerdings in verschiedenem Maße auftritt einen weiteren Anhaltspunkt für diese Anschauung finden. Aber auch diese Beziehung zu *Eudorina*-artigen Volvokalen ist nur eine Vermutung. So lange die Entwicklungsgeschichte der Kolonie unbekannt ist, ist eine sichere Einstellung unmöglich.

Die Gattung wurde bis jetzt nur in Amerika (Plankton im Illinois) gefunden, aus Europa liegt noch keine Angabe dafür vor, was bei der relativ guten Kenntnis der Verbreitung unserer heimischen Volvokalen vielleicht dafür spricht, daß *Platydorina* bei uns fehlt, wie bei uns ja auch weder *Stephanoon Askenasyi* noch *Mastigospaera* nicht beobachtet wurden.

Eine Art:

Platydorina caudata Kofoid (Fig. 393). Zellen 10–15 μ lang, bei wenigerzelligen Kolonien größer; innerhalb einer Kolonie nicht gleich; die peripheren größer, die zentralen kleiner. Kolonien 32 zellig: $165 \times 145 \times 25 \mu$; 16 zellig: $70 \times 43 \times 16 \mu$; die kleinsten $25 \times 21 \times 4 \mu$. —

Eudorina Ehrenberg

Zellen zu 32, seltener zu 16, manchmal nur zu acht, selten zu vier, doch auch nur zu zweien, in ellipsoidischen, seltener mehr kugeligen Kolonien, die sowohl durch ihre Gestalt wie auch durch

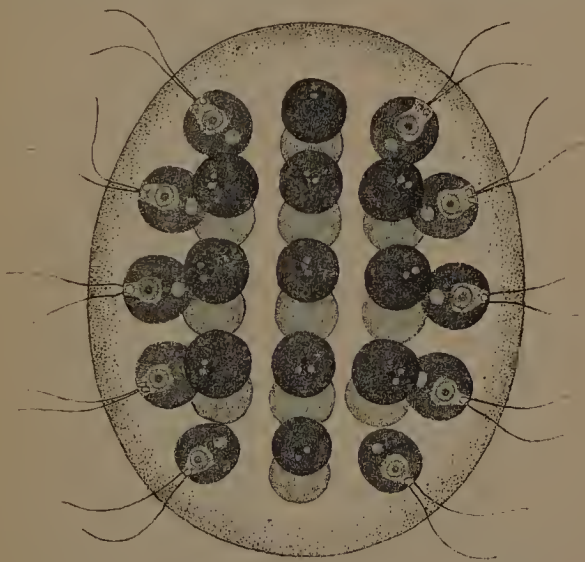


Fig. 394. *Eudorina elegans* (nach Hartmann). Anordnung der Zellen vielleicht zu regelmäßig gezeichnet.

die verschiedene Beschaffenheit der an den beiden Polen befindlichen Zellen deutlich ein Vorderende und ein Hinterende erkennen lassen. Vorderende breit abgerundet, Hinterende häufig (doch nicht immer deutlich) abgestumpft bis abgestutzt und (manchmal) auch

durch kurze Längswülste resp. Längsfurchen kurzklappig. Gallert der Kolonie außen mit einer oft deutlicheren, distinkten Schicht bedeckt, darunter die Gallertschicht, in der die Zellen sich befinden

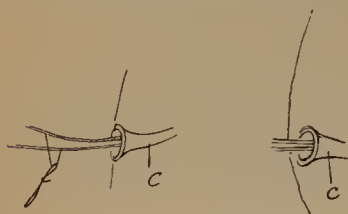


Fig. 395. *Eudorina elegans*. Austrittsstelle der Geißeln aus der Gallerte (nach Conrad).

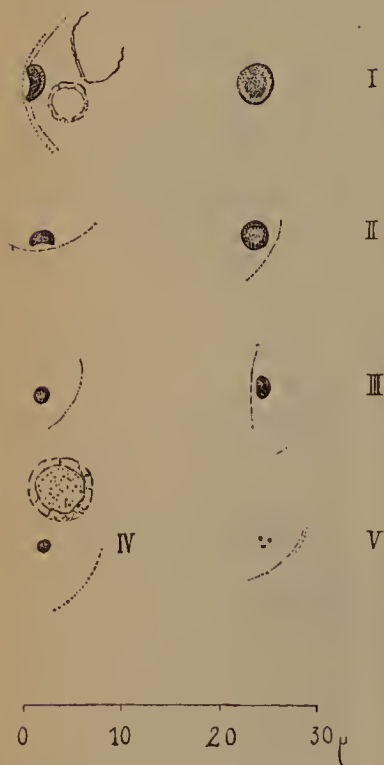


Fig. 396. *Eudorina elegans*. Abnahme der Stigmengrößen gegen die hinteren Kränze zu. I vorderster Kranz; V rückwärtiger Kranz.

während das Innere von einer wenig konsistenten, stark Wasser haltigen Masse erfüllt ist. Dadurch erscheint die Kolonie hohlkugelig. Inwiefern jede Einzelzelle an der Gallertbildung beteiligt ist, ist noch nicht ganz klar gestellt. Der periphere hohlkugelige Gallertmantel wird wahrscheinlich größtenteils zusammengesetzt aus fast kubischen, sich abplattenden Gallertmänteln der Einzelzellen, die dicht aneinander schließen. Zellen in bestimmter Anordnung: in Kränzen, die quer zum Längsdurchmesser der Kolonie stehen. Im ganzen bei 32zelligen Kolonien fünf Kränze; die beiden äußersten an den Polen gelegenen, mit nur je vier Zellen, die anderen drei zwischen diesen befindlichen mit je acht Zellen. Bei 16zelligen Kolonien haben die beiden äußersten Kränze oft nur je zwei Zellen, die anderen je vier Zellen. Achtzellige Kolonien haben oft zu zwei Zellen vorne und hinten und einen Kranz von vieren in der Mitte oder es sind zwei Viererkränze vorhanden, falls nicht die ganze Anordnung gestört ist. Viererkolonien zeigen oft zwei übereinander befindliche, manchmal gegeneinander gedrehte Zellpaare, oft sind sie aber in der Form eines eiförmigen Ringes angeordnet oder regellos. Die Einzelzellen sind zu allermeist deutlich voneinander abgerückt, es scheinen aber darin für einzelne Rassen ziemlich fixierte Unterschiede zu bestehen. Doch gibt es auch Rassen, bei denen die Zellen sehr nahe beieinander bleiben. In der äußeren

derberen Hüllschicht der Gallerte sind präformierte, nach außen etwas trichterig erweiterte (manchmal leicht gekrümmte) Löcher vorhanden, aus denen die Geißelpaare, die bis viermal so lang wie

die Zellen sind, austreten. Die vorderen vier (seltener zwei) Zellen sind fast so groß bis auffallend kleiner als die anderen Zellen. Es kommen hier alle Größenunterschiede vor.

Jede Einzelzelle hat annähernd kugelige bis leicht birnförmige Gestalt — doch kommen auch Rassen mit mehr länglichen Zellen vor — und ist nach vorne manchmal deutlich leicht verschmälert. Ihre Membran liegt dem Protoplasten dicht an, eine vordere Membranpapille wird nicht gebildet. Der Chromatophor ist ausgesprochen topfförmig und reicht fast ganz bis nach vorne. Doch gibt es auch Rassen, deren Chromatophor kaum bis zum vorderen Drittel reicht oder noch kleiner ist. Die Zahl der Pyrenoide schwankt; entweder ist nur eines, dann meist basal in einer deutlichen Verdickung des Chromatophoren, vorhanden, manchmal ist es ein wenig zur Seite gerückt; oder es gibt mehrere Pyrenoide, bis fünf, im Chromatophoren, die dann bei den einzelnen Zellen nicht gleichmäßig verteilt sind. Der Kern liegt annähernd zentral. Vorne sind zwei kontraktile Vakuolen. Jede Zelle hat ein deutliches Stigma; die Stigmen der vorderen Zellkränze sind bedeutend größer als die der hinteren und nehmen an den Kränzen deutlich in der Richtung von vorne nach rückwärts ab. Doch ist dies nicht immer deutlich zu beobachten.

Der Aufbau der Kolonien ist aber nicht immer so regelmäßig: die Kränze stehen oft sehr ungleich voneinander, sind einander auch oft sehr genähert, auch die Verteilung der Zellen innert der Kränze ist manchmal sehr ungleichmäßig. Manchmal geht dies so weit, daß sich eine reguläre Anordnung überhaupt nicht mehr erkennen läßt. Speziell bei den um eine Teilung zurückgebliebenen 16zelligen Kolonien sind solche Verschiebungen und Verlagerungen sehr häufig. Bei diesen Störungen sind oft äußere ungünstige Faktoren schuld oder auch der Umstand, daß bei den Teilungsfolgen einzelne Zellen eine der höheren Teilungen nicht mitmachen. Die Kolonien können auch stark kugelige bis sehr unregelmäßige Gestalt haben. Teilung der Zellen nach dem im allgemeinen Teile angegebenen Schema zu zwei, dann zu vier kreuzständigen Zellen, die dann über das *Volvox*-Kreuz zunächst eine tafelförmige, einschichtige, gegen das Vorderende der Mutterzelle gekrümmte Platte, meist 32zellige, napfartige Scheibe ergeben. Diese napfartige Scheibe stülpt sich dann langsam nach rückwärts, wird flach, überkrümmt sich dann immer mehr und mehr, bis die Innenwand des Napfes nun zur Außenseite der bereits überkrümmten Scheibe geworden ist. Dann erfolgt noch weitere Rückkrümmung bis schließlich eine kleine Hohlkugel geworden ist, die

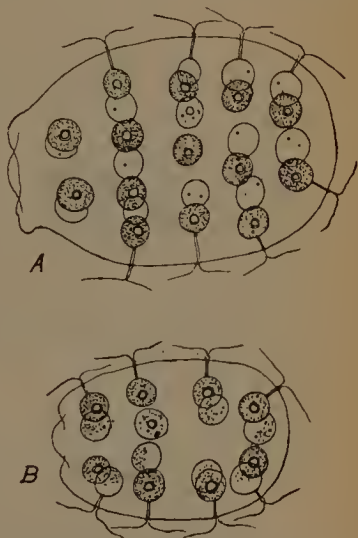


Fig. 397. *Eudorina elegans*.
Kolonien mit etwas vorgezogenem,
welligem Hinterende (nach Chodat).

noch eine Zeitlang basal eine kleine Öffnung erkennen läßt, die sich dann aber ebenfalls schließt. Im Gegensatze zu *Gonium* treten erst jetzt die neuen Geißelpaare der 32 Zellen auf. In diesem Zustande treten die jungen Kolonien aus der Mutterzelle aus und werden wohl durch allmähliche Verflüssigung der Gallerte der Mutterkolonie frei. Leider ist das weitere Wachstum der jungen Kolonien zu ausgebildeten *Eudorina*-Individuen ebensowenig untersucht wie bei den anderen Gattungen.

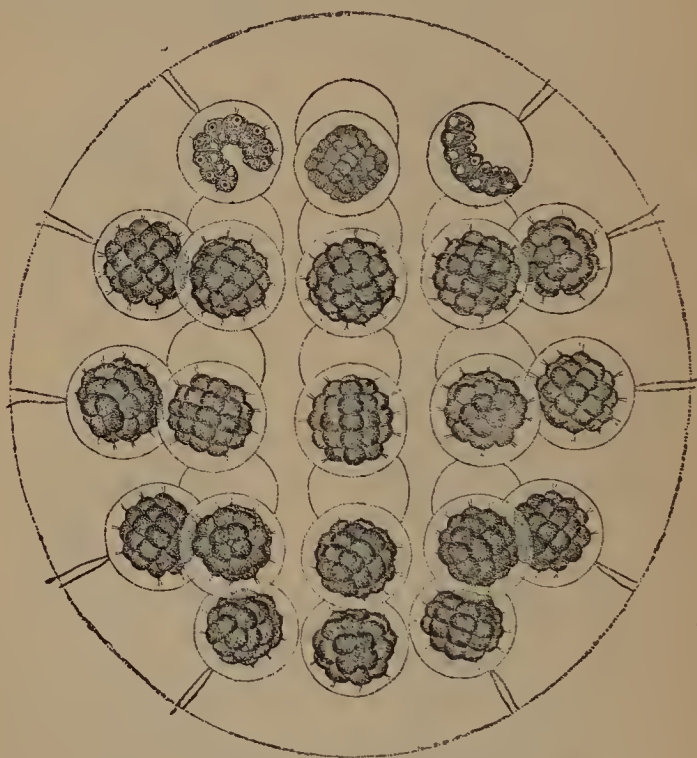


Fig. 398. *Eudorina elegans*. Bildung der Tochterkolonien in den Einzelzellen. Links oben eine Tochterkolonie bereits zurückgekrümmt; rechts noch nach vorne gekrümmt (nach Hartmann).

Bei der ungeschlechtlichen Vermehrung teilen sich entweder alle Zellen oder die vorderen und dann deutlich kleineren Zellen teilen sich nicht. Selbst wenn sich die vorderen Zellen teilen, bleiben sie in ihren aufeinanderfolgenden Teilungen meist um eine Teilung zurück und liefern dann nicht 32 sondern 16zellige Kolonien. Eudorinen, bei denen auch die vorderen Zellen 32zellige Kolonien lieferten, sah ich selber nicht.

Geschlechtliche Fortpflanzung: typische Eibefruchtung. Die Kolonien von *Eudorina* sind eingeschlechtlich, *Eudorina* ist daher zweihäusig.¹⁾ In den weiblichen Kolonien werden die vegetativen

1) Ob diese Einwendung bei den Volvocalen wirklich so direkt erfolgt ist fraglich; wir kennen die feineren Vorgänge noch gar nicht. Hier hat wie so oft die Cytologie das Wort.

Zellen direkt zu Eiern. Inwieweit bei *Eudorina elegans* und den anderen Arten mit Ausnahme von *Eudorina illinoensis* auch die vorderen vier Zellen zu Eiern werden, inwieweit sie in geschlechtlicher Hinsicht funktionslos geworden sind, bedarf neuerlicher Untersuchung.

Ebenso werden an den männlichen Kolonien alle Zellen (mit Ausnahme der vier vorderen) zu Antheridien. Es erfolgen dabei in den Zellen genau die gleichen Teilungen wie bei der Bildung von

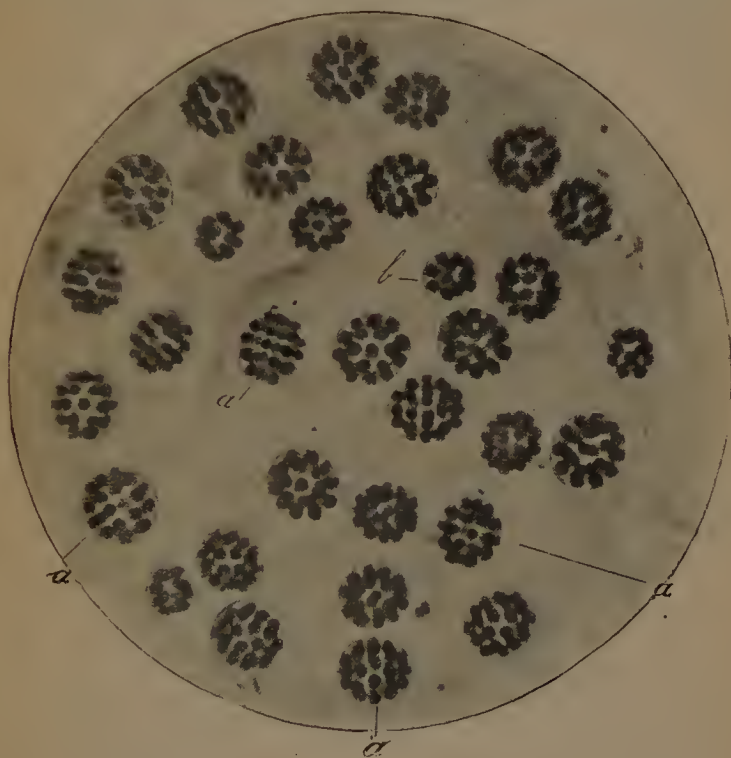


Fig. 399. *Eudorina elegans*. Tochterkolonien bildend; junge Tochterkolonien bereits in definitiver Anordnung der Zellen; vier 16zellige Kolonien wie bei *b* unter den 16 Tochterkolonien, die wahrscheinlich aus den vier Zellen des vordersten Kranzes entstanden sind; die anderen alle 32zellig. Die vier vorderen Zellen bereits weniger reproduktiv befähigt als die anderen 28 (nach Conrad).

Tochterkolonien, es werden aber nicht 32 sondern meist 64 Zellen gebildet. Die auf diese Weise entstandene Platte kleiner Zellen krümmt sich aber nicht besonders ein und stülpt sich auch nicht um. Die kleinen Zellen werden relativ langgestreckt und spitz, ihr Chromatophor wird gelblich, sie stehen palisadenartig nebeneinander und werden als ganzes Bündel frei. Über das Eindringen der Spermatozoiden in die Eizelle resp. in die Kolonie bestehen Unklarheiten. Das Resultat ist schließlich eine sich etwas vergrößernde, derb- und plattwandige, gelbgefärbte Eispore (Zygote). Bei der Keimung der Eispore wird unter Unterdrückung der anderen drei Teilprodukte

der Reduktionsteilung nur ein einziger großer Schwärmer gebildet, aus dem eine junge Kolonie gebildet wird, die an dem Gehalt roter

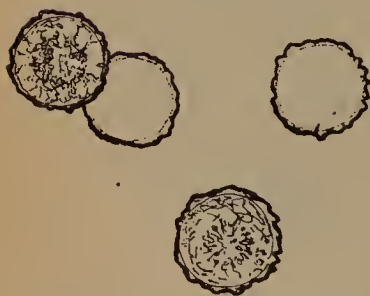
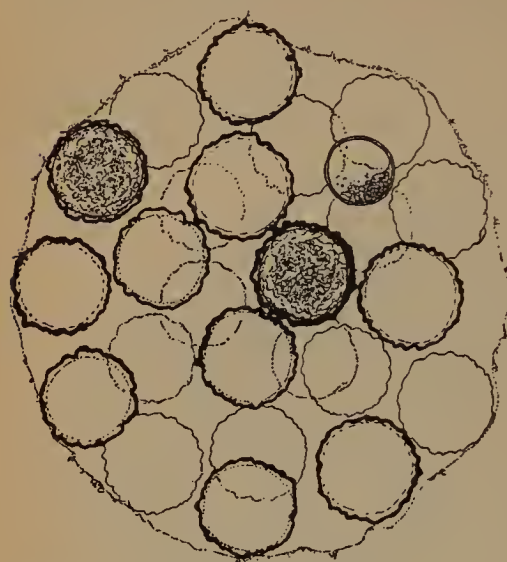


Fig. 400. Aplanosporen bei *Eudorina elegans*; zum Teil bereits aus dem Verbande gelöst.

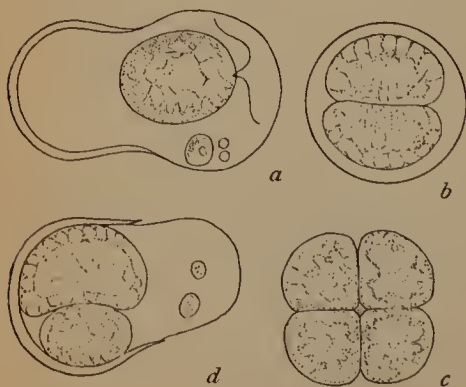


Fig. 401.

Öltröpfchen noch leicht als Keimkolonie erkannt werden kann. Durch vegetative Teilungen dieser Kolonien in der beschriebenen Form gehen wieder neue Kolonien hervor.

Nach den Untersuchungen von Schreiber erfolgt auch hier die Geschlechtsbestimmung der Kolonien bereits bei der Keimung der Zygote durch die Reduktionsteilung.

Der Geschlechtsschwärmer hat bereits ein bestimmtes Geschlecht, alle aus ihm resultierenden Kolonien haben dasselbe Geschlecht und können nur mit solchen Kolonien zu geschlechtlicher Fortpflanzung kommen, die von einer anderen Zygote abstammen und das andere Geschlecht haben.

Bei allmählicher Austrocknung gehen die Kolonien in ein Palmellastadium über, bei dem die Einzelzellen bei *Eudorina* mit einer relativ schmalen Gallerthülle umgeben sind. In diesem Stadium findet

Fig. 401. Keimung der *Eudorina*-Zoospore; *a*, *d* drei (seltener zwei) Keime reduziert und sehr klein; nur einer tritt als Schwärmer aus; bei *d* der eine Keim der drei verkümmerten Keime noch ziemlich groß; *b*, *c* erste Teilungen zur Bildung der Kolonie aus dem Schwärmer (nach Schreiber).

noch Teilung statt. Ob in solchen Palmellen bei völliger Austrocknung die Bildung von Aplanosporen stattfindet, wurde noch nicht sicher gestellt. Bei Zutritt von Wasser schlüpfen die einzelnen Protoplasten als isolierte Schwärmer aus, es bildet sich sodann ganz nach dem Muster der vegetativen Vermehrung in den Zellen einer Kolonie innerhalb des Schwärmers die bekannte 32zellige Platte, aus der dann eine Kolonie entsteht. Die Umwandlung von solchen Palmellen in bewegliche Zellen kann sehr rasch, im Laufe einer Nacht, vor sich gehen (Schreiber).

Eudorina elegans konnte von Hartmann bei seinen Versuchen über die Beziehung zwischen ungeschlechtlicher Vermehrung und Degeneration unter geeigneten Bedingungen in mehreren tausend Generationen gezüchtet werden (vgl. Hartmanns Praktikum der Protozoologie, letzte Auflage und seine einschlägigen Arbeiten).

Nach der einen Angabe (Conrad) sollen Plasmakommunikationen zwischen den Einzelzellen vorhanden sein; andere Autoren konnten sie aber nicht finden.

Eudorina und *Pandorina* sind nicht scharf zu trennen, es gibt Übergangsformen, auf die bisher viel zu wenig geachtet wurde. Ich fasse hier *Eudorina* weiter als es sonst geschieht und stelle die *Pleodorina illinoisensis*, die durch alle Übergänge mit *Eudorina* verbunden ist und gar keine zu *Pleodorina californica* aufweist, als *Eudorina illinoisensis* hier ein.

Die Systematik der *Eudorina*-Arten ist sehr unklar. Sicher ist, daß die *Eudorina elegans* sehr verschiedene Formen umfaßt, die bis jetzt nicht geschieden sind. Die anderen Arten sind relativ gut charakterisiert. Eine Art stellt einen Übergang zu *Pandorina* dar. Die Gattung *Eudorina* lohnte nach vieler Hinsicht eine eingehende monographische Untersuchung. Vor allem die allmähliche Differenzierung der vorderen vier Zellen, die bei *E. illinoisensis* am meisten vorgeschritten, doch auch bei den anderen mehr oder weniger da ist, Zellgröße, Form der Kolonien werden sicher eine Aufspaltung der Sammelart *E. elegans* in ihre „natürlichen“ Einheiten erlauben.

Bestimmungsschlüssel der Arten.

I. Vordere vier seltener zwei Zellen, nicht bedeutend kleiner als die anderen Zellen; teilungsfähig, wenn auch meist nur 16zellige Kolonien gebend.

1. Oberfläche der Kolonien glatt.

A. Zellen kugelig; meist ziemlich weit voneinander stehend; Chromatophor glatt. *E. elegans* 1.

B. Zellen breiter als hoch; Chromatophoren längsstreifig. *E. charkowiensis* 2.

2. Oberfläche der Gallerte mit gallertigen, radiär gerichteten Stacheln besetzt. *E. Echidna* 3.

II. Die vorderen vier Zellen bedeutend kleiner; teilungsunfähig. *E. illinoisensis* 4.

1. *Eudorina elegans* Ehrenberg (Fig. 394—401). Chromatophlo glatt, nicht mit deutlichen Längsstreifen versehen. Zellen oft weit voneinander abstehend bis dicht aneinanderliegend. Kolonien 60—200 μ lang, Einzelzellen 16—24 μ lang.

Diese Art setzt sich sicher aus mehreren ganz verschiedenen Typen zusammen und wurde noch niemals vergleichend durchgearbeitet, wenn auch verschiedene Autoren auf Unterschiede hingewiesen haben. Zunächst sei bemerkt, daß es auch konstant kleinzellige Formenreihen gibt, die niemals die Normalmaße (16—24 μ) erreichen, sondern deren Zellen höchstens 13 μ lang werden. Ich sah einmal eine Form, die in vielen unter suchten Generationen eine Zellgröße von nur 8 μ hatte. Deren Kolonien sind dann konstant viel kleiner (— 60 μ). Ferner gibt es Formen, deren Zellen relativ wenig kugelig, sondern mehr ellipsoidisch bis ellipsoidisch-länglich sind, was jeweils natürlich nur in den zu äußerst liegenden Zellen erkannt werden kann. Auf die Unterschiede in der Zahl der Pyrenoide hat bereits Hartmann hingewiesen. Es gibt Formen mit nur einem Pyrenoide, die allerdings unter Umständen vorübergehend mehrere Pyrenoide ausbilden können, aber auch Formen mit konstant mehreren Pyrenoiden, die niemals auf ein Pyrenoid zurückfallen.

Ferner gibt es Rassen, deren vier Vorderzellen, deutlich, wenn auch nicht viel von den anderen Zellen durch ihre geringere Größe und wie Hartmann auch ausdrücklich angibt, durch Teilungsverzug abweichen, aber auch solche, bei denen ein Untersechied kaum wahrzunehmen ist, vielleicht morphologisch überhaupt nicht besteht. Das Gleiche gilt für die Differenzierung der Augenflecke. Ich habe Formen gesehen, deren Augenflecke keine wesentlichen Unterschiede zeigten und solche, bei denen die Augenflecke der hinteren Zellen kaum mehr entwickelt zu sein schienen.

Auch die Form der Kolonien¹⁾ ist bei den einzelnen Reihen nicht gleich. Einige Rassen haben in — voller — Ausbildung — stets ellipsoidische — bis ellipsoidisch leicht längliche Kolonien, einige konstant mit leicht gewellter und basal „gelappter“ Gallerthülle. Andere haben aber konstant fast kugelige Kolonien, die, soweit ich sehen konnte, niemals eine Wellung oder Lappung zeigen. Diese Unterschiede in der Kolonieform scheinen auch mit bestimmten Unterschieden in der Morphologie der Einzelzelle Hand in Hand zu gehen. Eine solche konstant kugelige Form (mit etwas kleineren Zellen) ist wahrscheinlich die aus Amerika (Pennsylvanien) von Wille beschriebene *Eudorina stagnalis*, die nicht aufrecht zu erhalten ist, da die Beschreibung zu mangelhaft ist.

Dem Problem der Beziehung zwischen Kolonieform und Milieu ist M. Hartmann in seinen experimentellen Studien über *Eudorina elegans* und *Gonium pectorale* nachgegangen, in welchen (Arch. f. Protistenkunde, Bd. 45, S. 375) ein solcher Zusammenhang erwiesen wird und auf die ausdrücklich ver-

1) Innerhalb gewisser Grenzen ist auch die Form der Kolonien von Außenfaktoren abhängig, die einzelnen Rassen scheinen sich aber darin verschieden intensiv zu verhalten.

wiesen sei. Einer solchen Untersuchung bedürfen aber noch die einzelnen *Eudorina*-Rassen, da die sich in den Milieubedingungen gewiß so verschieden verhalten und damit auch physiologische Differenzen sich erweisen werden.

Im übrigen scheinen sich die einzelnen Rassen auch sonst physiologisch in bezug auf Lichtempfindlichkeit und Temperatur-optimum verschieden zu verhalten und damit erscheinen sie oft auch ökologisch differenziert.



Fig. 402. *Eudorina charkowiensis* (nach Korschikoff).

2. ***Eudorina charkowiensis*** Pascher (*Pandorina charkowiensis* Korschikoff) (Fig. 402). Kolonien sehr gestreckt ellipsoidisch, anscheinend mit sehr deutlicher abgesetzter äußerer Gallertschicht. Zellen in der gleichen Anordnung wie bei *Eudorina elegans*, vordere Zellen nicht kleiner als die anderen. Alle Zellen einander mehr genähert. Zellen sehr breit kugelförmig bis fast brotlaibförmig, vorne und basal fast etwas abgeplattet. Chromatophor sehr groß mit deutlichen Längsstreifen (längsstreifig verdickt) und mehreren Pyrenoiden (in alten Zellen bis sieben). Stigmen der vorderen Reihen groß, nach rückwärts abnehmend, an dem hintersten Kranz kaum wahrnehmbar, halbkugelig.

Kolonien bis 88 μ lang, bis 68 μ breit, Zellen 14–15 μ lang.

Mit *Pandorina morum* in schmutzigen Gewässern in Charkower Bezirk.

Geschlechtliche Fortpflanzung und andere Stadien nicht beobachtet. Die Art wurde von Korschikoff als *Pandorina* beschrieben, sie scheint aber eine deutliche *Eudorina* zu sein wobei allerdings bemerkt werden muß, daß die beiden Gattungen nicht scharf gegeneinander abgegrenzt werden können.

Morphologisch ist sie vor allem durch die Beschaffenheit ihrer Chromatophoren und der Zellen gut charakterisiert.

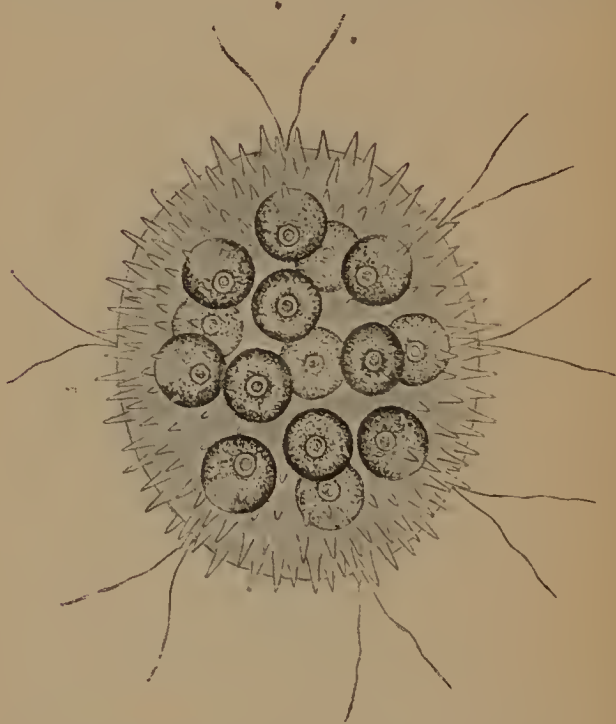


Fig. 403. *Eudorina echidna* (nach Swirenko).

3. *Eudorina echidna* Swirenko (Fig. 403). Kolonien ellipsoidisch. Gallerthülle nach außen mit zahlreichen, nicht sehr locker stehenden, doch auch nicht aneinanderschließenden, dünnen, langen, kegelförmigen, stumpfen Gallertstacheln versehen, die gleichmäßig über die ganze Oberfläche verteilt sind. Zellen kugelig zu 16, allem Anscheine nach in einem mittleren achteckigen Kranz und zwei endständigen vierzelligen Kränzen. Chromatophor, nach den Figuren, vorne eine ziemlich große Partie des Protoplasten freilassend mit einem Pyrenoide im Basalteile. Geißeln bis dreimal körperlang. Andere Angaben liegen nicht vor, Entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen konnten nicht gemacht werden. Kolonien 160–185 μ lang. Einzelzellen 19–20 μ groß.

Die Zugehörigkeit dieser Art zu *Eudorina* ist nicht sicher.

In einem Sumpfe der Sandterrasse des Dnjepr in der Umgebung von Jekaterinoslaw. In einem Erlenbruche des Flusses Samara (unweit des ersten Wasserbehälters). Rußland-Ukraine.

Diese merkwürdige Form bedarf inbezug auf die Gallertstacheln genauer Untersuchung. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß diese Gebilde eine ganz andere Erklärung finden.

4. *Eudorina illinoisensis* Paseher (*Pleodorina illinoisensis* Kofoid) (Fig. 404 und 405). Kolonien mit 32 Zellen. Die vorderen vier viel kleiner. Kolonien am Hinterende oft lappig oder



Fig. 404. *Eudorina illinoisensis* (nach Kofoid); sehr oft sind die Kolonien basal in ihrer Gallerthülle gelappt oder gebuchtet, ähnlich der Fig. 397.

leicht buchtig; ellipsoidisch; bis $160\ \mu$ lang bis $130\ \mu$ breit. Einzelzellen, vordere rein vegetativ $9,5-12$ oder bis $16\ \mu$, die anderen $19-25\ \mu$ lang. Chromatophor deutlich radiär gestreift und fast in Einzelteile aufgelöst (s. Fig. 405).

Es scheinen auch hier verschiedene Gruppen vorzuliegen. Kofoid hat (in Illinois) deutlich größerzellige ($9,5-16\ \mu$) Formen beobachtet, als Morton Heidelberg ($11-12$). Dagegen waren die propagativen Zellen bei beiden Vorkommen anscheinend ziemlich gleich (Amerika $15-25\ \mu$, Heidelberg $19-21\ \mu$).

Ich möchte hier bemerken, daß mir wiederholt Formen unterkamen, bei denen es mir unmöglich war, zu sagen, ob noch *E. elegans* oder schon *E. illinoisensis* vorläge.

Bis jetzt im Gebiete (Heidelberg, Stuttgart, Holstein) und Rußland mehrfach beobachtet.

Wohl verbreitet und wohl meist mit *E. elegans* verwechselt.

Es sei hier im Anhang an Arten von *Eudorina* erwähnt, daß ich in Schlammkulturen, die aus eingetrocknetem Schlamm von Reisfeldern in Madagaskar stammten, Volvokalenkolonien sah¹⁾, die



Fig. 405. Einzelzelle von *Eudorina illinoisensis*, Chromatophor radiär gestreift und durch Einbuchtungen stark zerteilt; zahlreiche Pyrenoide (nach Merton).

Eudorina recht nahe kamen, sich aber dadurch von allen bis jetzt bekannten Ausbildungen unterschieden, daß die Gallerte nicht gleichmäßig glatt war, sondern fast halbkugelige nicht scharf abgesetzte Vorwölbungen hatte, die in Reihen um die Kolonie angeordnet waren. Die ganzen Kolonien sahen wie mit Perlen besetzt aus. Soweit ich mich erinnere, waren aber die Zellen nicht in diesen halbkugeligen Höckern, sondern lagen so, daß die Geißeln in den Vertiefungen zwischen diesen Höckern austraten. Im übrigen war die Kolonie ganz *Eudorina*-artig. Ich vermute darin eine neue Art. Es sei darauf hingewiesen, daß auch *Eud. illinoisensis* nach den Angaben Mertons ebenfalls leicht wellige Gallerthüllen, und zwar ebenfalls nicht regellos, hat. Soweit ich sah, entstehen

diese welligen Konturen auch hier durch kleine Gallertvorwölbungen, zwischen denen die Geißeln austreten. Im allgemeinen sind so viele Vorwölbungen wie Zellen vorhanden und diese stehen in Reihen, die auch hier mit denen der Zellen alternieren.

Im Anschluß an *Eudorina* gebe ich Figurenbeschreibung (Fig. 406) von *Volvulina* Playfair (aus Australien beschrieben) wieder. Es handelt sich um kugelige bis ellipsoidische Kolonien, die keine äußere Gallertschicht haben sollen, so daß Playfair davon spricht, daß die Zellmembran selber zugleich die Hülle der Kolonie sei. Darin liegen peripher und dieser Wand oft so angepreßt, daß sie an ihrem Vorderende fast platt sind, 8–32 Zellen in regelmäßiger Anordnung, zum Teil in Kränzen, und anderen Kolonien scheinbar ohne solche

1) Diese Kulturen wurden im Jahre 1910 in der zoologischen Abteilung des Senckenbergianum zu Frankfurt a. M. gezogen; ich sah sie dank der Liebenswürdigkeit Prof. Dr. Möbius.

Anordnung. Die Zellen erscheinen durch ihre vordere Abplattung oft fast halbkugelförmig; sie haben nach Playfair keinen besonders distinkten Chromatophoren, einen zentralen Kern, angeblich mehrere

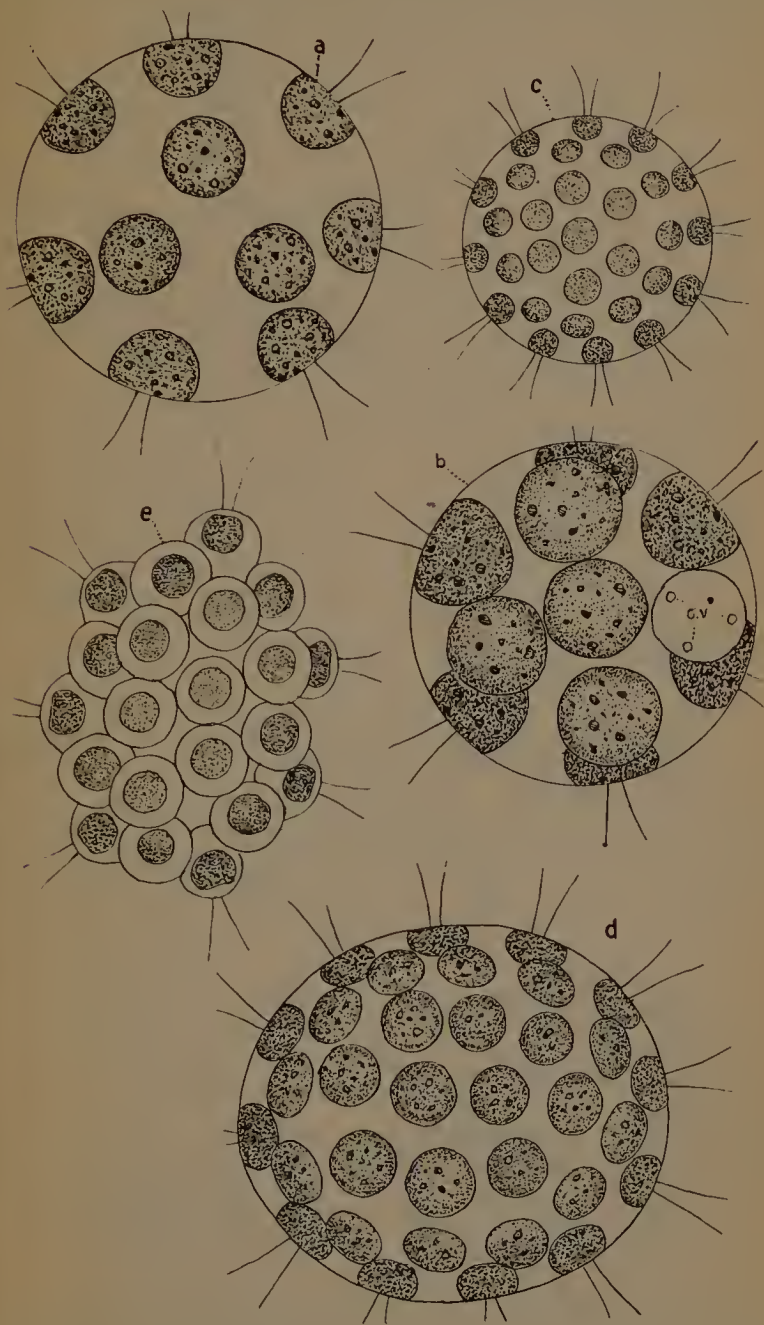


Fig. 406. Unklare Volvocale; von Playfair als *Volvulina* beschrieben.

kontraktile Vakuolen am Vorderende und einen deutlichen Augenfleck und zwei, basal etwas voneinander abgerückte Geißeln. Da Playfair 8zellige Kolonien aber auch 64zellige untergekommen zu sein scheinen, läßt sich aus der Zellenzahl zunächst kein Schluß ziehen. *Volvulina* scheint sich nicht aufrecht halten zu lassen, unklar ist, worauf sich diese Stadien beziehen, teilweise wohl auf

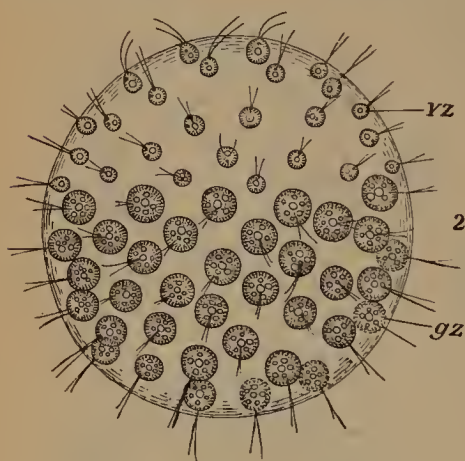


Fig. 407.

Pleodorina californica (nach Chatton).

Eudorina, teilweise vielleicht aber auch auf *Volvox*, von welchem Playfair ebenfalls eine merkwürdige Form mit angepreßten halbkugeligen Zellen als *Volvox aureus* var. *hemisphaerica* beschreibt. Der Umstand, daß bei *Volvulina* die einzelnen Zellen sich mit dicken Gallertschichten umgeben können und auf diese Weise ein mit der Zeit allem Anscheine nach geißelloses Palmellalager bilden, ist auch von anderen Volvocaceen bekannt. Ich gebe einige Figuren davon.

Pleodorina Shaw

Kolonien breit ellipsoidisch, fast kugelig, normalerweise aus 128 Zellen bestehend, die eine Anordnung in quer zur Längsachse der Kolonie stehenden Kränzen nicht mehr erkennen lassen, seltener nur 64 Zellen vorhanden. Zellen verschieden groß. Die Zellen der vorderen Koloniehälfte, im allgemeinen die Hälfte aller Zellen, viel kleiner als die Zellen der hinteren Hälfte der Kolonie. Die kleineren Zellen kugelig, mit einem deutlichen Augenfleck, dem normalen, topfförmigen Chromatophoren und darin basal ein kugeliges bis

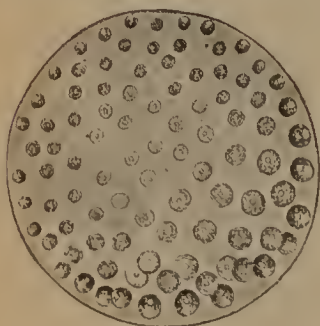


Fig. 408.

Pleodorina californica
(nach Swirenko).

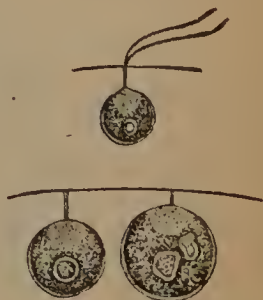


Fig. 409.

Pleodorina californica.
Einzelzellen (nach Swirenko).

polyedrisches Pyrenoid. Die großen Zellen der hinteren Hälfte fast doppelt so groß als die der vorderen Hälfte. An ihnen das Stigma kaum mehr oder nicht mehr vorhanden. In ihren Chromatophoren je mehrere Pyrenoide. Kolonien in rein vegetativ sich vermehrende, männliche und weibliche geschieden. In allen Fällen sind es nur die Zellen der hinteren Hälfte die Teilung zeigen resp. die zu Eiern werden. Weibliche Kolonien von den rein vegetativen, abgesehen von ihrem verschiedenen Verhalten, morphologisch nicht zu unterscheiden.

Vegetative Vermehrung durch Ausbildung von Tochterkolonien in den hinteren größeren Zellen. Teilungen an den äquatorial gelegenen Zellen beginnend und in der üblichen Weise unter vorhergehender Kontraktion der betreffenden Zelle. Erste Teilungsebene der Zelle zwischen den beiden Geißeln durchgehend, nach Chatton das Geißelpaar zerteilend. Während der Bildung der Tochterkolonien nimmt die Mutterkolonie bedeutend an Größe zu. Wie bei allen Volvocales ist die Zellplatte der Tochterzellen zuerst mit der konkaven Seite gegen die Peripherie der Kolonie gewendet, hierauf Umstülpung der Tochterkolonien. An den Tochterkolonien sind die beiden verschiedenen Zellsorten nur an der Ausbildung der Stigmen zu erkennen. Sie differenzieren sich in bezug auf ihre Größe erst später und ganz allmählich und erst nach ihrem Austritte aus der Mutterkolonie.

Die männlichen Kolonien bilden aus den hinteren Zellen die Spermatozoidenbündel, die entweder flache Platten oder nach außen gekrümmte Schalen darstellen. Die Spermatozoiden entsprechen denen von *Volvox* oder *Eudorina* und sind leicht gekrümmt.

In den weiblichen Kolonien wandeln sich die Zellen der hinteren Hälfte ohne weitere äußerlich morphologische Differenzierung in Eier um.

Ich konnte leider keine Angabe über reife Zygoten und deren Morphologie finden. Chatton gibt nur an, daß sie sich nach Kontraktion mit einer Cystenwand umgibt. Allem Anscheine ist diese glatt, da irgendwelche Skulpturen sicher angegeben worden wären.

Pleodorina vermittelt *Eudorina* und *Volvox*. Die Differenzierung der Zellen einer Kolonie, die bereits bei *Pandorina* und *Eudorina* einsetzt und bei *Eudorina illinoisensis* schon zur Ausbildung von vier völlig somatischen Zellen geführt hat, ist hier noch weiter vor-

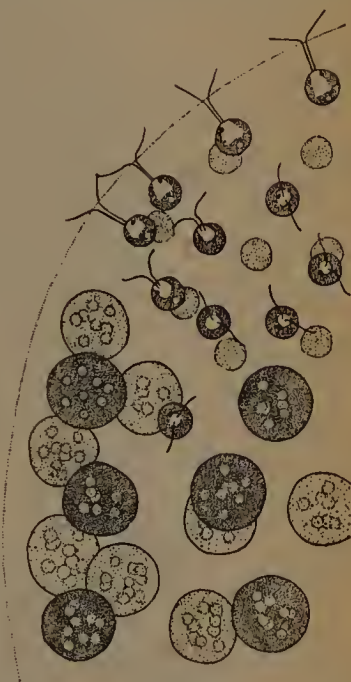


Fig. 410. *Pleodorina californica*.
Teil einer Kolonie mit sterilen
und fertilen Zellen
(nach G. M. Smith).

geschritten. Die Reproduktionsfähigkeit ist bei *Pleodorina* bereits auf die Zellen der hinteren Hälfte der Kolonie beschränkt; bei *Volvox* werden aus dieser hinteren Koloniehälfte im weiteren Verlaufe dieser Differenzierung überhaupt nur mehr einige Zellen zur Reproduktion herangezogen.

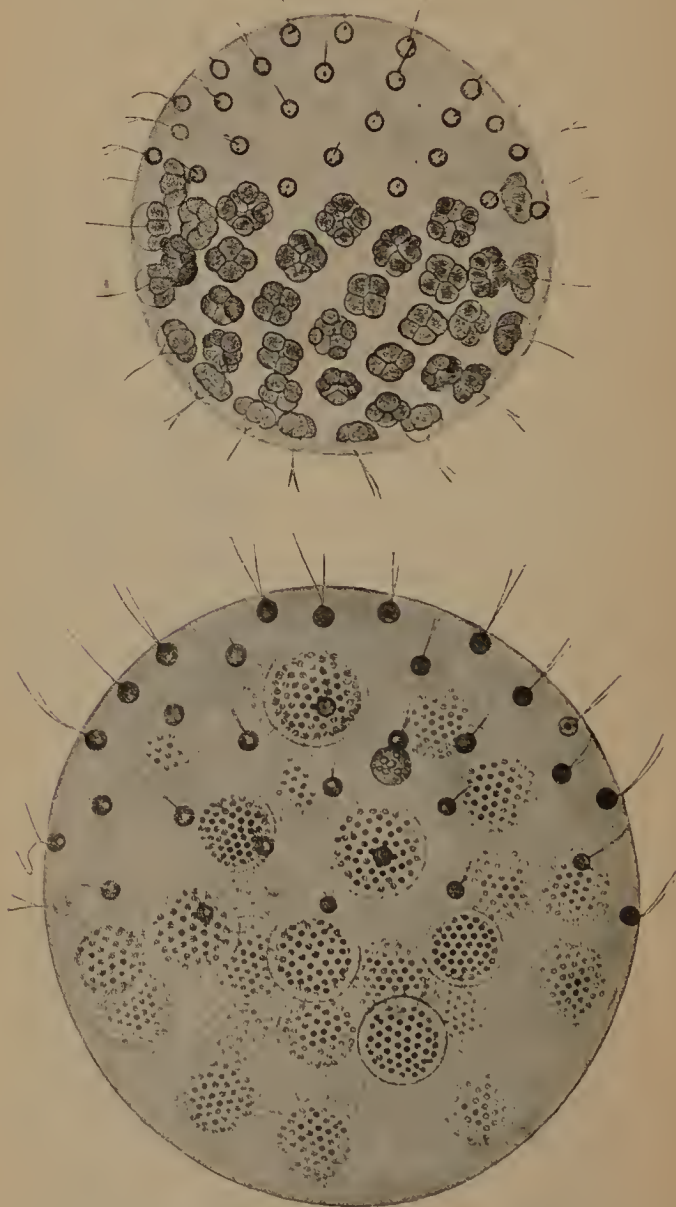


Fig. 411. *Pleodorina*, zwei Kolonien mit verschieden weit entwickelten Tochterkolonien (nach F. Chatton).

Ich konnte mich nicht entschließen, die von Kofoed hierhergestellte Art *illinoisensis* bei *Pleodorina* zu belassen. Diese Art gehört durch ihre Zellenzahl, die Anordnung ihrer Zellen in regelmäßigen Kränzen zu *Eudorina* (S. 443). Die bei ihr weitergehende Differenzierung der vorderen Zellen ist bereits bei den anderen *Eudorina*-arten vermittelt.

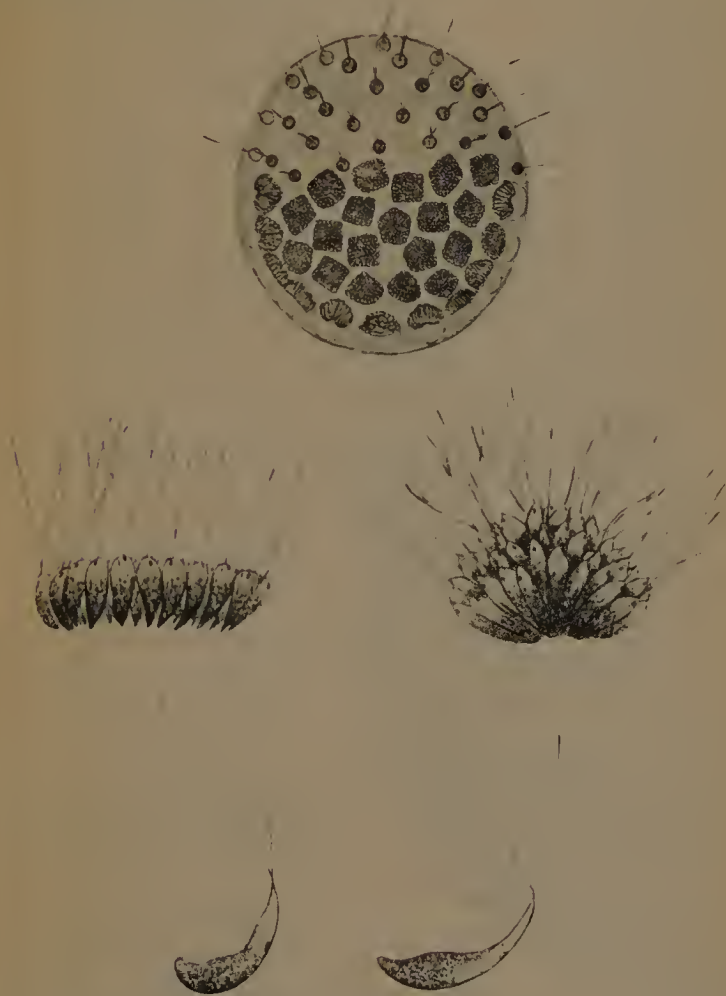


Fig. 412. *Pleodorina californica*, männliche Kolonien; obere Kolonie, die hinteren Zellen in Spermatozoidenplatten zerteilt; darunter zwei Spermatozoidenhäufen, zu unterst zwei Spermatozoiden (nach Chatton).

Eine Art:

Pleodorina californica Shaw (Fig. 407—412). Kolonien bis 250 μ lang (bei der Ausbildung der Tochterkolonien aber viel größer) bis 450 μ werdend. Vordere Zellen 13—15 μ messend, die vordersten etwas kleiner, die mehr gegen den Äquator gelegenen etwas größer (doch 15 μ nicht überschreitend). Die größeren

Zellen der hinteren Hälfte bis $27\ \mu$ groß. Auch hier sind die Zellen am Hinterende der Kolonie etwas kleiner und messen nur bis $24\ \mu$. Spermatozoiden bis $20\ \mu$ lang. Maße der reifen Zygoten nicht angegeben.

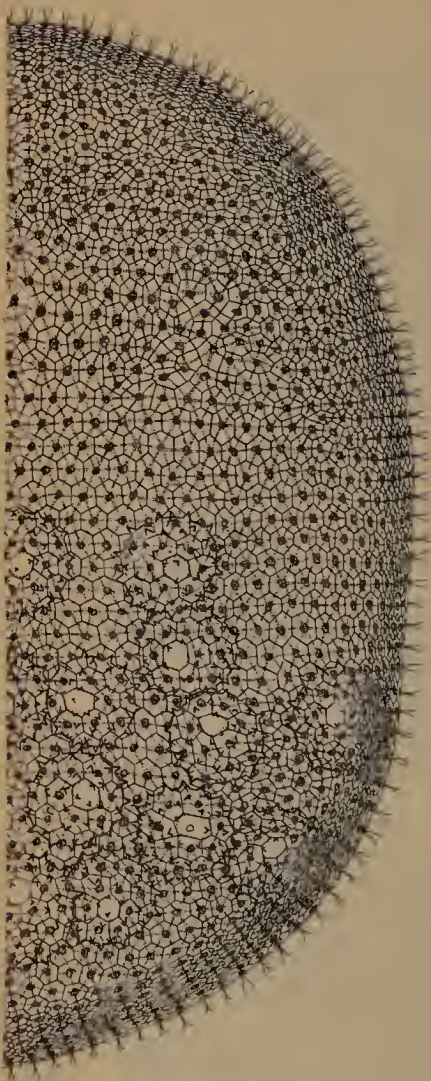


Fig. 413. *Volvox globator*. Aufsicht auf eine Kolonie, wabenartige Zusammensetzung aus den Einzelzellen mit ihren Gallerthüllen deutlich; ebenso die verbindenden Plasmastränge; in der unteren Hälfte reife Oosporen mit ihren stacheligen Membranen (amerikanisches Material, nach G. M. Smith).

Diese merkwürdige und allem Anscheine nach selten auch in ihrem Vorkommen anscheinend sehr bedingte Volvokale wurde im Gebiete noch nicht gesehen. Bis jetzt ist sie bekannt aus verschiedenen Stellen Nordamerikas (Kalifornien, Indiana, Shaw, Mottier, Clinton) und aus Südfrankreich: Banyul sur mer (Chatton) in einem künstlichen Bewässerungsbecken, in dem sie von April an durch mehrere Jahre auftrat, um immer im Juli zu verschwinden.

Die genaue Kenntnis der Entwicklungsgeschichte und der geschlechtlichen Fortpflanzung verdanken wir Chatton.

Volvox (Linné) Ehrenberg.¹⁾

(inkl. *Sphaerosira* Ehrenberg, *Janetosphaera* Shaw, *Besseyosphaera* Shaw, *Merillosphaera* Shaw, *Campbellsphaera* Shaw, *Copelandosphaera* Shaw).

Zellen in fast kugeligen bis ellipsoidischen Vereinigungen lebend, die in ihrer ganzen Organisation nicht mehr den Eindruck von Kolonien, sondern von Individuen machen. Zellen peripher in Gallertkugeln, die nach außen hin durch eine deutliche scharf abgegrenzte dünne und feste Lamelle begrenzt ist, die keinerlei Differenzierung erkennen läßt und

1) Die Bearbeitung der Gattung *Volvox* stellt bei dem Mang an vergleichender Studien über die Formen eines größeren Verbreitungsgebietes ein ad hoc Provisorium dar.

geradlinig durchreißen kann. Unter ihr stehen peripher angeordnet und radiär orientiert in oft sehr weiten, gegenseitig sich abplattenden Hüllen die Einzelzellen. Von der Oberfläche gesehen hat jede *Volvox*-Art eine bestimmte netzig-wabige Felerdung, die durch die Beschaffenheit der prismatischen Zellen resp. ihrer Hüllen bedingt ist.

Genauer ist der Bau dieser Hüllen und damit der ganze Aufbau der Kolonie erst von den drei europäischen Arten *V. globator*, *aureus* und *tertius* bekannt. Bei *Volvox globator* und *Volvox tertius* sitzt jede Zelle in einer prismatischen, auch nach innen zu flach geschlossenen Hülle. Bei *Volvox globator* liegen die Gallerthüllen, sich zu radiär stehenden sechseckigen Prismen gegenseitig abplattend,

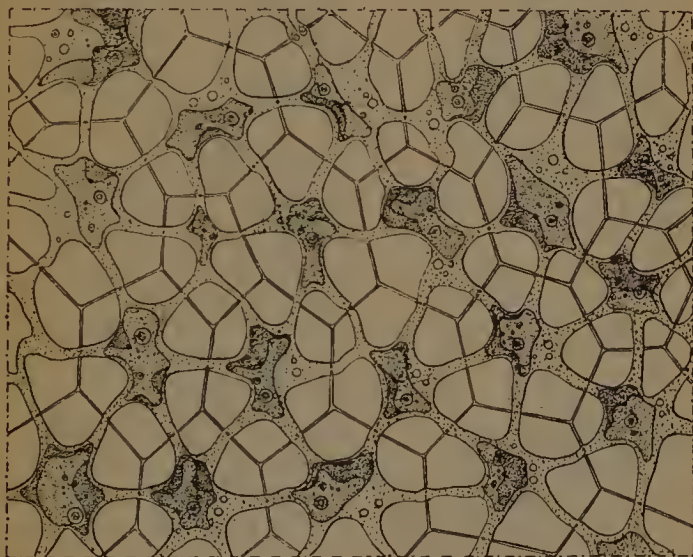


Fig. 414. *Volvox globator*. Ein Stück Aufsicht stärker vergrößert: die sechseckigen Kammern, in denen die sternförmigen Protoplasten sitzen, die mit je einem breiten Plasmastrang mit den Nachbarzellen in Verbindung stehen; der gelappte Chromatophor deutlich, ebenso die zahlreichen kontraktile Vakuolen und das Pyrenoid (etwas schematisiert, nach Janet).

bis zur vorderen lamellosen Außenschicht enganeinander. Diese prismatische Gallerte hat unter der Außenlamelle eine weichere Schicht. Gegen die anderen Zellen und gegen das Innere der Kolonie zu ist diese prismatische Gallerthülle durch eine zarte aber deutliche Grenzlamelle abgegrenzt.

Bei *Volvox tertius* findet sich ebenfalls nach innen hin, wie auch an den Seiten diese zarte Gallertlamelle. Die Gallerthüllen der Einzelzellen liegen aber hier nicht wie bei *Volvox globator* bis zur äußeren Grenzlamelle der Kolonie aneinander, sondern sind gegen diese zu halbkugelig oder kalottenförmig zusammengezogen und lassen im peripheren Teile Zwischenräume frei, die mit einer gallertigen Interzellularmasse ausgefüllt sind. In der Aufsicht ergibt also *V. tertius* nur im basalen Teile der Zellen die sechseckige Felerdung, im



oberen Teile ist ein breitmaschiges Netz zu sehen, in dessen runden Maschen die Zellen liegen.

Bei *Volvox aureus* endlich ist ebenfalls eine dünne Hülllamelle für die ganze Kolonie vorhanden. Die Gallerthüllen der Zellen haben aber nur oben und seitlich Grenzlamellen, von denen die seitlichen, genau so wie bei *Volvox tertius* im oberen (allein ausgebildeten Teile) halbkugelig oder kalottenförmig zusammengezogen sind, wobei sich in diese dadurch entstehenden Zwischenräume die Interzellulärsubstanz befindet.

Die Aufsicht auf die Kolonie ist demnach ähnlich wie bei *V. tertius* ein derbes, rundlöcheriges Maschennetz, in den Löchern die Zellen sitzend. Während aber bei *V. tertius*, die seitlichen Grenzlamellen der Zellgallerten nach unten hin geschlossen sind, sollen sie es nach A. Meyer hier nicht sein. Von den unvollständigen Seitenwänden aber sollen nach Meyer Fibrillen abgehen, die die ganze Gallertmasse der Kolonie bis zu einem inneren, scheinbar hohlen Raum der Kolonie durchsetzen und hier an die nach innen zu gerichtete Grenzlamellen dieser Gallertmasse anschließen¹⁾.

Fig. 415. Kombinationsbilder aus optischen Längsschnitten durch Teile der Kolonien (durch Einlegen in sehr verdünntes Methylblau erhalten). 1. *Volvox aureus*, Spezialhüllen der Einzelzellen nur von der Mitte der Zellen nach vorne deutlich; von der Mitte zu Basis fehlend und anscheinend in eine z. T. gemeinsame Gallerte übergehend. „Mittellamellen“ zwischen den Zellen (*m*) daher nur zum Teil entwickelt; *a* äußere Gallertlamelle; *g* Gallerte; *t* angebliche Stützfäden, die die gemeinsame Gallerte radial durchsetzen. 2. *V. globator*, die Spezialgallertthüllen der Einzelzellen nach innen mit einer Querwand abgeschlossen; *a* äußere Gallertschicht; *b* eine konsistentere Außenschicht der Spezialgallertthüllen; *pl* Plasmaverbindungen des Protoplasten. Der innere Teil der Kolonie ebenfalls mit Gallerte ausgefüllt, die nach Janet die Anteile der einzelnen Zellen ebenfalls erkennen läßt.

1) Ich halte diese Deutung Meyers bei *V. aureus* für gezwungen. Es macht viel mehr den Eindruck als ob die Gallerthüllen der Einzelzellen sich hier direkt bis ins Innere der Kolonie fortsetzten, die Zellen resp. ihre Hüllen nicht prismatisch wären wie bei *V. globator* und *tertius*,

Der Raum innert dieses Mantels der aus den Zellen mit ihren ganz oder nur teilweise aneinanderschließenden Hüllen gebildet wird, ist nicht hohl sondern mit einer, allerdings sehr wenig konsistenten, Gallerte ausgefüllt. Auch diese Gallerte steht sicher mit den Einzelzellen in genetischem Zusammenhange und Janet läßt sie wenigstens nach seinen Abbildungen direkt ebenfalls aus Gallertpyramiden, die je einer Zelle entsprechen, hervorgehen oder bildet sie wenigstens so ab.

Die Protoplasten der Einzelzellen stehen bei manchen Arten durch radiäre Fortsätze miteinander in Verbindung, sei es, was noch immer nicht ganz sicher gestellt ist, daß sie die seitlichen Grenzlamellen als Ganzes durchbrechen, sei es, daß sie tüpfelartig die inneren Gallerten durchsetzend nur bis zur Grenzlamelle reichen und dort durch feine Poren verbunden sind. Tatsache ist, daß den Plasmaausstrahlungen der einen Zelle, anastomisierende Fortsätze der benachbarten Zellen entsprechen und die Protoplasten auf diese Weise untereinander verbunden erscheinen. Diese Plasmaverbindungen sind entweder sehr fein (dann oft in der Mehrzahl bis fünf Verbindungen) oder aber sehr derb und breit. Ihre quantitative Ausbildung scheint sehr von äußeren Bedingungen abzuhängen. Auch das Alter der Kolonie scheint eine nicht unbedeutende Rolle zu spielen.

Dort wo die Plasmaverbindungen sehr breit und grob sind und in der Einzahl zwischen benachbarten Zellen stehen, wird

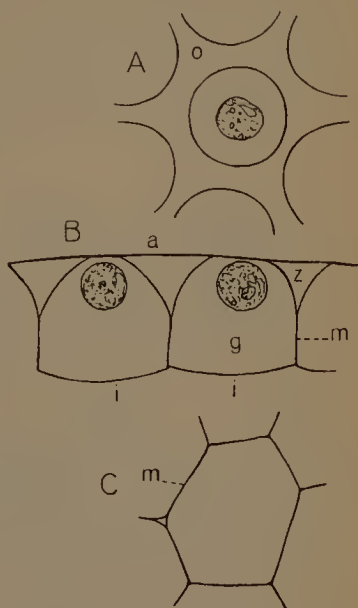


Fig. 416. *Volvox tertius*. A Aufsicht: zwischen den kreisrunden Membranen der Einzelzellen, breitmächtig eine (geschichtete) Zwischengallerte (*z*) eingeschoben, die aber, wie auf B zu sehen ist, nur im oberen Teile die Membranen (*m*) auseinanderdrängt; *i* der die Zelle nach innen zu abgrenzenden Wandteil; *g* die Gallerte, die die Membran vorm Protoplasten abdrängt; C tiefe Einstellung auf die Fläche der Innenmembran.

sondern eben durch diese radiär sehr verlängerte Gallerthülle mehr gestreckt-prismatisch-pyramidal, wobei das schmalere, abgerundete Ende gegen das Zentrum der Kolonie sieht, die flache Basis bis zur Peripherie der Kolonie reicht, wo nun in deren distalem Ende die Zelle sitzt. Daß die Wände dieser langen Hüllen, wie Fibrillen wirken, hängt vielleicht damit zusammen, daß sie eben zum Teil nur von der Kante gesehen werden. Außerdem können natürlich bei einem optischen Schnitte immer nur einige getroffen werden. Das Bild, das Meyer von *Volvox aureus* gibt, ist in der von ihm gegebenen Deutung zum Teil unverständlich. Ich konnte mich nicht eingehend damit beschäftigen, was ich aber bei einer Nachuntersuchung sah, zwang nicht zur Meyerschen Auffassung.

der Protoplast der Zelle durch sie sternförmig verzogen und verliert die primäre Birnform ganz: er erscheint dann in der Aufsicht strahlig, von der Seite her gesehen nicht eiförmig sondern meist breit, kegelförmig (siehe Fig. 415, 2).

Der Protoplast hat zwei apikal inserierende Geißeln, die, ziemlich lang, durch Poren der darüber befindlichen Gallerte und der äußeren Hüllschichte nach außen treten und deutlich durch die Art ihrer Krümmung einen festeren basalen Teil erkennen lassen. Es ist immer nur ein Chromatophor vorhanden, der bei den sternförmigen Protoplasten oft durch Auslappungen in die derben Ver-

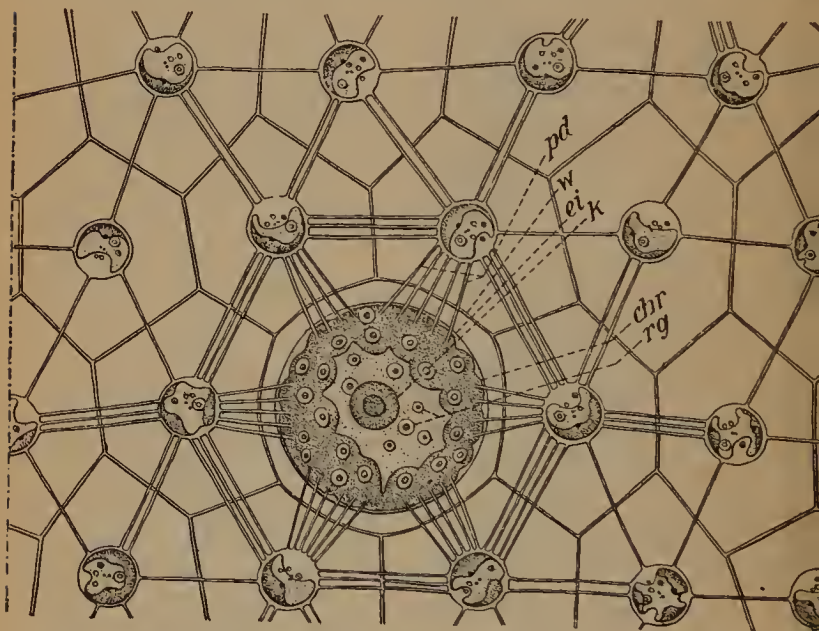


Fig. 417. Aufsicht auf ein Stück der Kolonie von *Volvox aureus*. Zellen kugelig mit wenigen meist oft nur je einer Plasmaverbindung mit den Nachbarzellen; diese Verbindungen sehr fein. Darinnen eine große Oogonie, eine Zelle die sich zur Eizelle umwandelt. *pd* Plasmaforesis; *w* Wand; *k* Kern; *chr* Chromatophor; *rg* Pyrenoid (schematisiert nach Janet).

bindungsstränge hineinragt, bei den anderen Arten aber schön trichterförmig ist und meist ein basales oder mehrere Pyrenoide hat. Das Stigma ist immer da. Ebenso meist zwei bis mehrere (bis sechs) kontraktile Vakuolen.

Die aus solchen Zellen bestehenden Kolonien sind aber untereinander nicht gleich: es ist ein deutliches Vorderende und Hinterende zu unterscheiden. Das eine geht stets bei der Bewegung voran, die Längsachse der Kugel immer in einem spitzen Winkel zur Bewegungsrichtung geneigt. Außerdem sind die Stigmen der vorderen Zellen größer und nehmen gegen das Hinterende an den Zellen ab. Auch haben sie an den Einzelzellen eine verschiedene Stellung

liegen nur an den vorderen Zellen eigentlich am Vorderende und sind bei den anderen Zellen, entsprechend ihrer Lage zur Längsachse der Kolonie vom Vorderende der Zelle wegverlagert.

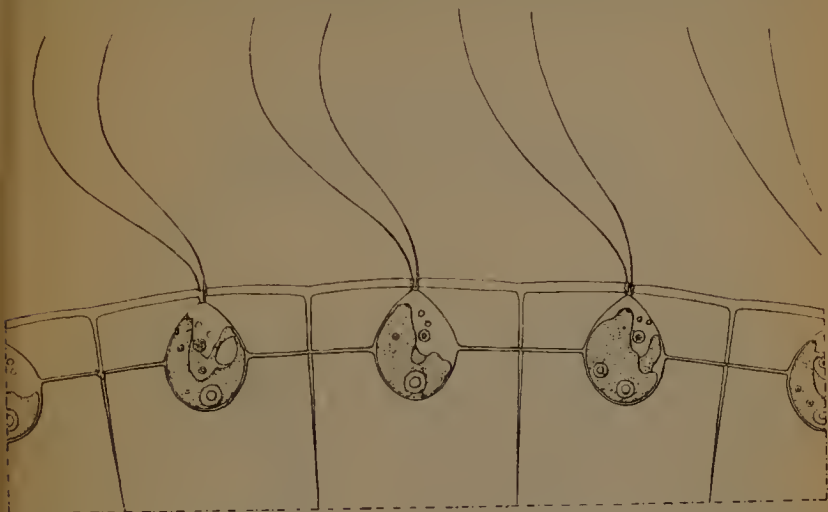


Fig. 418. Schnitt durch *Volvox aureus*. Die eiförmigen Zellen, durch die Gallertlamellen voneinander abgegrenzt, durch feine Plasmafäden verbunden; Geißeln durch eine Öffnung der Außenschicht der Gallerte austretend (nach Janet).

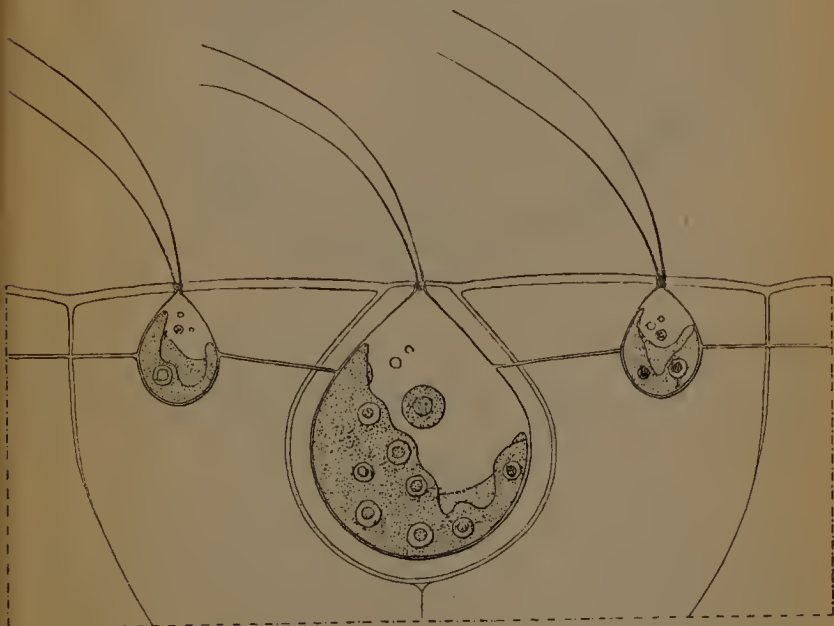


Fig. 419. Schnitt durch *Volvox aureus*. Eine zur vegetativen Vermehrungszelle oder zur Eizelle differenzierte Zelle zwischen zwei vegetativen Zellen; etwas schematisiert (nach Janet).

Außerdem ist insofern ein Unterschied zwischen Vorder- und Hinterende vorhanden, daß keine Zelle des Vorderendes der Vermehrung dient, während am Hinterende jene Zellen eingestreut vorkommen, die sich (Gonidien) durch Teilung zu neuen Kolonien umwandeln können oder die direkt oder wieder durch Teilungen di

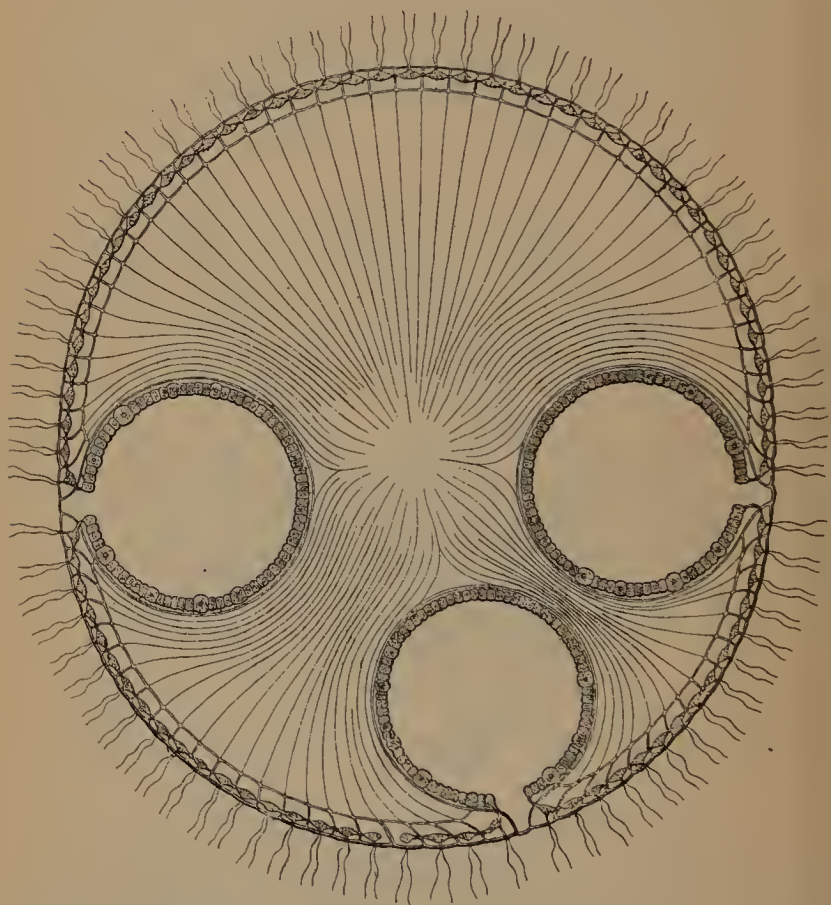


Fig. 420. *Volvox globator*. Die Innengallerte deutlich. In der hinteren Hälfte haben sich drei vegetative Vermehrungszellen (Gonidien) bereits zu kleinen Tochterkolonien umgewandelt, in denen bereits die Initialen für die Vermehrungszellen der II. Generation deutlich sind. Tochterkolonien vor der Umstülpung; Hohlkugel gegen die Peripherie der Mutterkolonie offen (etwas schematisiert nach Janet).

Geschlechtsprodukte liefern. Die Zellen, die zu Antheridien werden, werden Androgonidien, die zu Eiern werden Oogonidien genannt.

Solche Vermehrungszellen sind in jeder Kolonie meist im Verhältnisse zur großen Zahl der Zellen einer Kolonie nur wenige vorhanden. Sie werden, wenn sie durch einfache Teilungen neue Kolonien ergeben als Gonidien oder Fortpflanzungszellen oder ungeschlechtliche Vermehrungszellen genannt. Der Ausdruck

Parthenogonidien sollte vermieden werden, er entspricht der falschen, von zoologischer Seite her kommenden Voraussetzung, daß als normale Vermehrungsweise nur die geschlechtliche zu bezeichnen wäre und jede andere nur im Verhältnisse zu dieser betrachtet werden könnte. Trotz dieser Sinnwidrigkeit ist sie meist im Gebrauch.

Diese Gonidien oder Vermehrungszellen wechseln in ihrer Zahl bei den verschiedenen Arten: *Volvox globator* z. B. hat meist acht oder weniger, fast nie mehr. Sie sind bereits gewöhnlich lang vor ihrer weiteren Entwicklung in ganz jungen, oft noch nicht ausgetretenen Kolonien zu erkennen, bei den Formen mit Plasmaverbindungen (spez. *V. aureus*) fallen sie oft bereits durch die größere Anzahl der Plasmastränge auf (Fig. 417, 419). Sie haben oft keine kontraktile

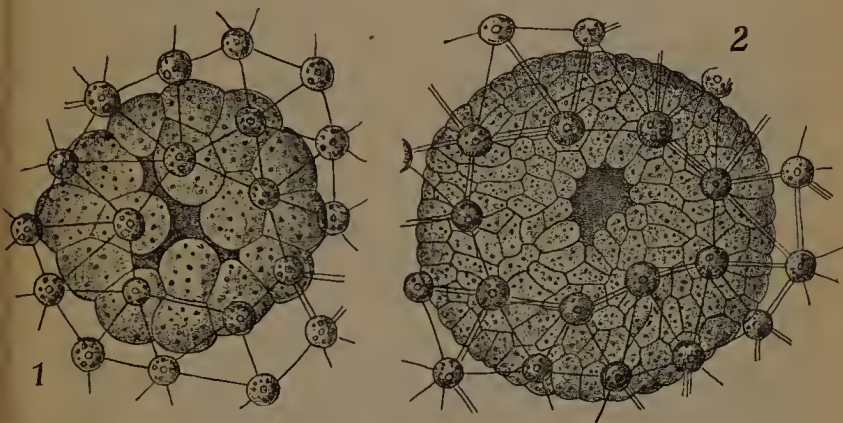


Fig. 421. *Volvox aureus*. Zwei junge Tochterkolonien in der Aufsicht gesehen, über ihnen das Maschenwerk der Mutterkolonie. Die Tochterkolonien sind in der ersten Form einer nach außen hin zusammengebogenen, vorne nicht völlig zusammenschließenden Hohlkugel (nach Klein).

Vakuolen, oft aber bereits mehrere Pyrenoide. Die Teilungen erfolgen der Länge nach. In einem Zeitpunkte, der bei den einzelnen Arten nicht gleich ist (bei *Volvox globator* bei vier, bei *aureus* bei acht Zellen) beginnen sich die Zellen, bis jetzt eine einfache Platte bildeten nach vorne zusammenzuziehen, so daß bei den weiteren Teilungen schließlich eine nach vorne offene Schale entsteht, bestehend aus einer einfachen Zellage, die sich schließlich mehr oder minder zu einer Hohlkugel zusammenschließt. Dabei kommen natürlich die Vorderenden der Zellen gegen das Innere dieser Hohlkugel zu stehen, ihre Hinterenden nach außen. Beim Achterzellenstadium haben sich die Zellen zum bekannten Volvoxkreuze verschoben (Fig. 386). Vorne bleibt aber an dieser Hohlkugel immer eine größere oder kleinere Öffnung (Fig. 420, 421). In diesem Stadium beginnt sich von der Stelle her, die der vorderen Öffnung gegenüber liegt, eine Vorwölbung der Zellage gegen das Innere der Hohlkugel nach innen vorzuschieben, die zugleich dadurch gefördert wird, daß sich die Ränder der vorderen Öffnung nach außen [umzuschlagen beginnen. So stülpt sich allmählich die ganze Tochterkolonie um, bis schließlich wieder eine Hohlkugel zustande gekommen ist, an der die Zellen

nicht wie bei der ersten Form der Hohlkugel mit ihren Vorderenden gegen das Innere schauen, sondern jetzt nach außen gerichtet sind, während ihre Hinterenden gegen das Innere sehen.

Bei diesem Umstülpungsprozeß (Fig. 422) werden wenigstens bei den einen Arten die Hüllen um die Einzelzellen angelegt, die oft jetzt

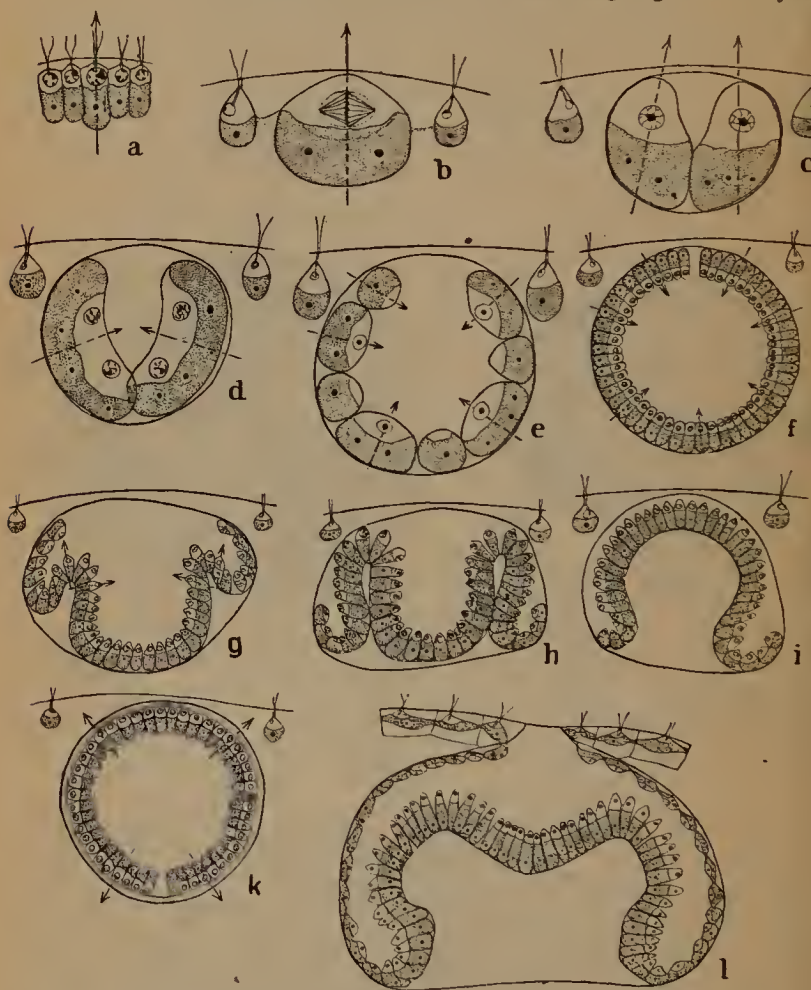


Fig. 422. Teilung und Bildung der Tochterkolonien in der Seitenansicht. *a—k V. aureus*, die Pfeile deuten die jeweilige Stellung der Teilungsebene der Zellen an; *f* junge Tochterkolonie im ersten Hohlkugelstadium; die Vorderenden der Zellen nach innen gerichtet; *g, h, i* Stadien der sukzessiven Umstülpung der Tochterkolonie; *k* Umstülpung vollzogen, zweites Hohlkugelstadium; die Vorderenden der Zellen nach außen gerichtet; *l* Umstülpungsstadium bei *V. globator* (nach Zimmermann).

schon die bis jetzt dicht aneinanderliegenden Einzelzellen auseinanderdrängen und dann mit der Zeit — sie ist noch nicht genau untersucht — die definitive Ausbildung annehmen. In einem bestimmten Zeitpunkte, der bei den einzelnen Arten verschieden ist, aber sehr

von äußeren Faktoren abhängt, treten die Tochterkolonien in das Innere der Mutterkolonie durch und schließlich in der Weise aus ihr aus, daß an nicht vorherbestimmten Stellen die Mutterkolonie unregelmäßig zerrissen wird und meist auch gleich zugrunde geht.

Die Tochterzellen sind bei diesem Austreten sehr verschieden weit entwickelt, am wenigsten weit vorgeschritten bei *Volvox globator*, wo die Einzelzellen der Tochterkolonien beim Austritte noch keine Hüllen haben, noch nicht aneinanderliegen und sie erst später entwickeln. Hier sind auch beim Austritte die Tochterkolonien am hinteren Ende noch offen, es ist die Unstülpung noch nicht zu Ende. Bei *V. aureus* sind an den Tochterkolonien die Gallerthüllen der Einzelzellen fast fertig.

Auch in anderer Hinsicht sind die Tochterkolonien zur Zeit ihres Austrittes verschieden weit. Einige Arten lassen lange vor der definitiven Durchbildung der Tochterkolonien an ihnen bereits die Vermehrungszellen (Gonidien) erkennen resp. die Zellen, aus denen später die Antheridien oder Oogonien entwickelt werden. Andere nehmen schon in den nicht ausgetretenen Kolonien die Teilungen dieser Vermehrungszellen vor, so daß die Tochterkolonien in sich bereits wieder Tochterkolonien zu entwickeln beginnen, die auch schon wieder die Gonidien resp. die künftigen Antheridien und Eizellen durch die Größe einiger Zellen erkennen lassen.

Dann sind gewissermaßen drei Generationen ineinander geschachtelt. Und dem stehen wieder Fälle gegenüber, wo die Tochterkolonien völlig undifferenziert auftreten und die Vermehrungszellen in keiner Weise zu erkennen sind und sich erst später differenzieren. Natürlich sind alle diese Fälle durch Übergänge verbunden. Innerhalb gewisser Grenzen scheinen einzelne Arten darin stabil zu sein, aber gerade diese Verhältnisse scheinen ebenfalls sehr durch die Außenfaktoren beeinflußt zu werden und ich glaube nicht, daß diese verschiedenen Abstufungen zu einer durchgreifenden Charakterisierung größerer, systematischer Einheiten verwendet werden können, wie es in neuerer Zeit versucht wurde.

Das weitere Wachstum der jungen Tochterkolonien ist noch recht wenig untersucht, es ist auch nicht sichergestellt, ob sich alle Arten dabei gleich verhalten und ob nach dem Austreten noch ergiebige Zellvermehrungen stattfinden oder die Zellvermehrung nach der Umstülpung wenigstens im Wesen abgeschlossen ist.

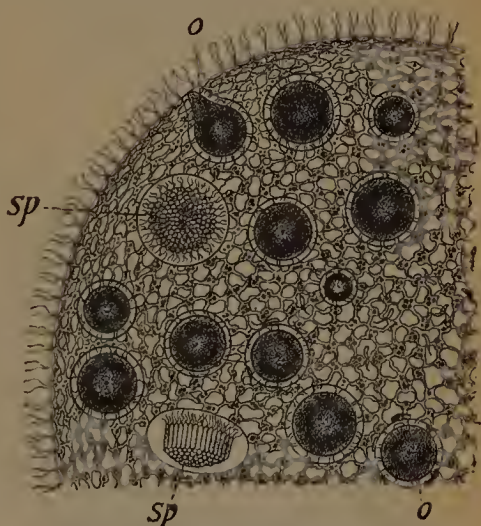


Fig. 423. Stück einer *Volvox globator*-Kolonie, beide Geschlechter in einer Kolonie; *sp* Spermatozoidenbündel; *o* junge Oogonien (Figur verkehrt stehend) [(nach Klein).

Die geschlechtliche Fortpflanzung ist immer typische Eibefruchtung. Dabei können beiderlei Geschlechtsorgane in eine Kolonie sein oder die Kolonien haben verschiedene Geschlechter. Wobei sich noch eine weitere Differenzierung ergeben kann, daß es Kolonien gibt, die sich nur durch Teilung vermehren und andere ausschließlich Geschlechtsindividuen darstellen. Oder es kann sich

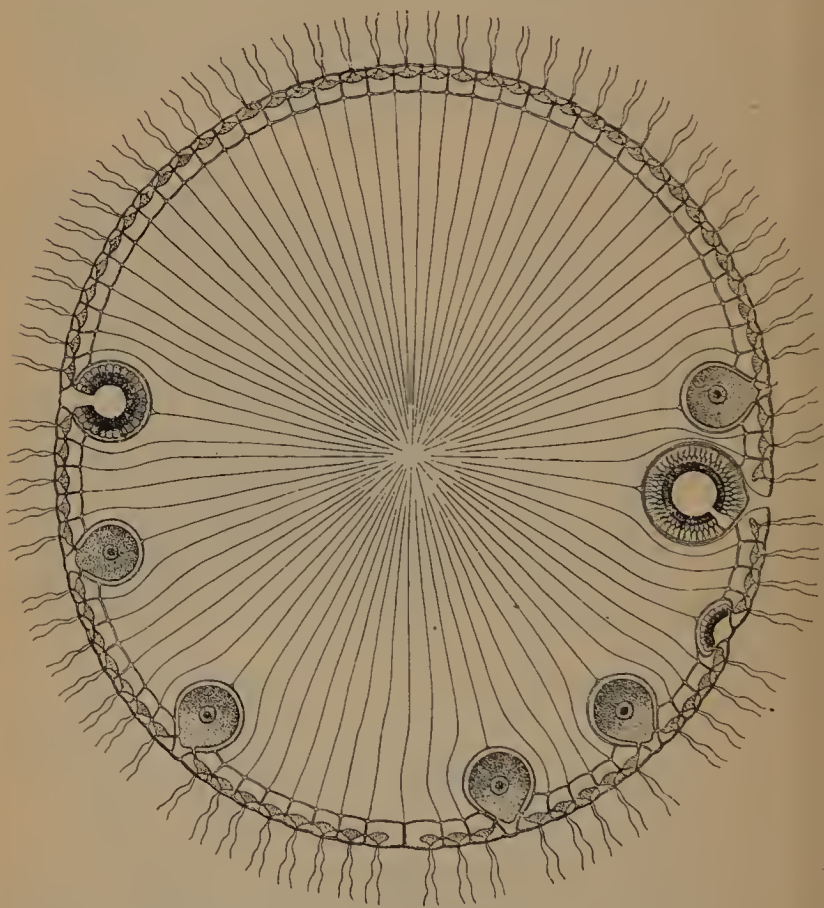


Fig. 424. Längsschnitt durch eine sexuelle Kolonie von *V. globator*. Im hinteren Teile der Kolonie fünf Eizellen und drei im optischen Schnitte kranzförmig erscheinende Spermatozoidenbündel; davon eines rechts unten gerade in den ersten Stadien der Bildung (nach Janet).

das alles in bunter Weise kombinieren. Bei zweihäusigen Formen können vereinzelt auch zweigeschlechtliche Kolonien auftreten oder es können Kolonien, die sonst nur Tochterkolonien aus den Gonidien entwickeln, auch männliche oder weibliche Geschlechtsprodukte liefern. Im allgemeinen ist aber jede Art innert gewissen Grenzen stabil. Auch die Zellen, die im Laufe der weiteren Teilungen die Spermatozoiden liefern, die Antheridien, sind oft schon frühzeitig erkennbar. Sie kommen ebenfalls am Hinterende in begrenzter Zahl vor, oft

nur fünf oder weniger, bei anderen Arten aber bis 100. Sie teilen sich nach demselben Prinzip wie die vegetativen Fortpflanzungszellen; es kommt zur Bildung einer Zellplatte oder einer Zellkugel (letzteres z. B. bei *Volvox aureus*). Dann lösen sich die Spermatozoidenverbände entweder noch innerhalb der Kolonie auf oder sie treten als Ganzes aus. Umstülpungen wie bei der Bildung von Tochterkolonien kommen nicht vor. Die Spermatozoiden sind sehr gestreckt, länglich spindelförmig, mit einem oft sehr langen, spitzen hyalinen Vorderende und entweder hier am Vorderende dieses spitzen Schnabels oder etwas darunter und dann etwas seitlich sitzend zwei lange Geißeln. Sie sind gelbgrün oder ganz blaßgrün und haben einen oft sehr langgestreckten Kern und eine kontraktile Vakuole.

Andere Zellen des Hinterendes der gleichen

Fig. 425. *Volvox aureus*. *a* eine vegetative Kolonie, die aus ungeschlechtlichen Vermehrungszellen sechs Tochterkolonien gebildet hat, in denen bereits wieder die Anlagen der vegetativen Vermehrungszellen oder eventuell die Androo- oder Oogonidien zu sehen sind; *b* in der Mitte weibliche Kolonie, im hinteren Teil der Kolonie Eizellen (*o*); *c* unten eine männliche Kolonie, zahlreiche Spermatozoidenbündel.

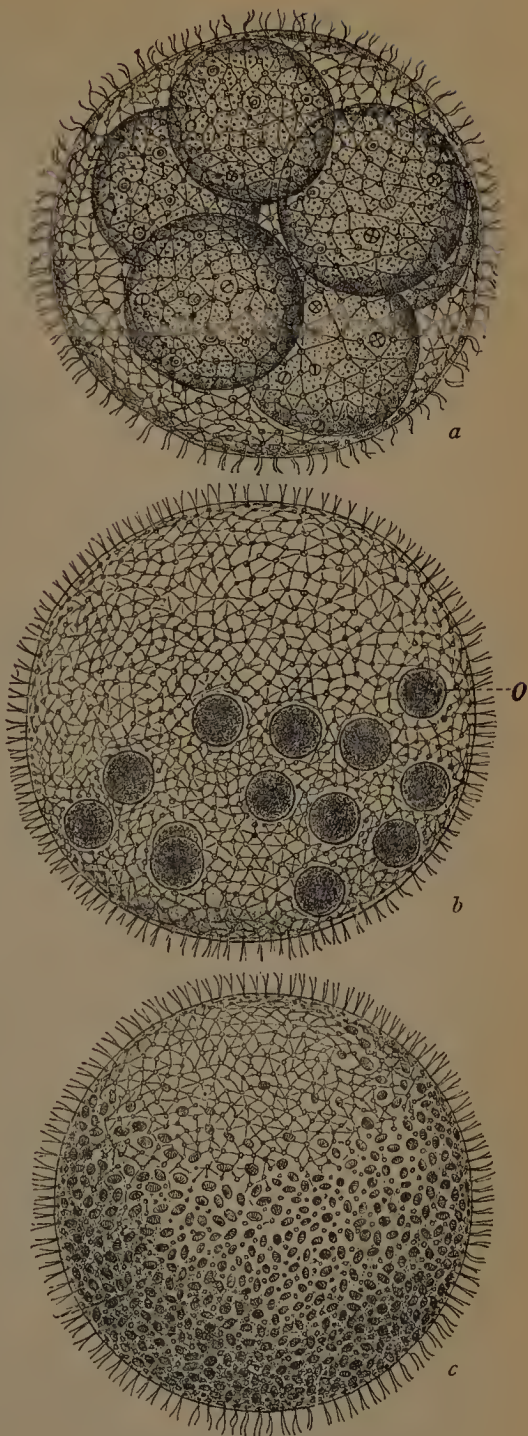


Fig. 425.

oder immer einer anderen Kolonie wandeln sich in Eier um. Sie werden deutlich größer, oft sogar auffallend groß. Es sind immer jeweils ebenfalls nur wenig, 1–15. Seltener bis 30 oder mehr. Die Befruchtung selber wurde noch nicht beobachtet. Möglicherweise kommt es bei den einhäusigen auch zur Selbstbefruchtung durch Spermatozoiden derselben Kolonie.

Die reifen Eisporen sind rotbraun, haben zwei Membranen: eine äußere sehr derbe, eine innere zarte. Oft stehen sie exzentrische vom Protoplasten ab. Die äußere hat bei manchen Arten stachelartige Fortsätze oder wellige Kontur.

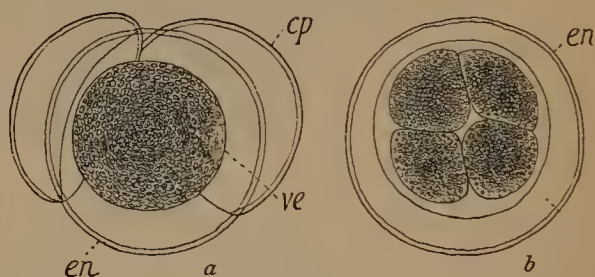


Fig. 426. Keimende Eisporen von *V. aureus*. *a* aufgerissene äußere Membranschicht (*cp*); *en* Innenschicht der Membran; *ve* hyalines Vorderende des einen von vier überbleibenden Keimen, helle Stelle wie bei den Schwärmern; dieser Keim ist ein Schwärmer, der aber nicht mehr aus der Oospore austritt, sondern noch in ihr die Teilung eintritt (siehe *b*).

In der Eispore geht, wie Zimmermann gezeigt hat, die Reduktionsteilung vor sich. Bei der Keimung treten keine Schwärme wie bei den anderen Volvocineen aus, aus dem einen Keim, der noch in allgemeinen die Form des Schwärmers erkennen läßt, entwickelt sich auf die übliche Weise durch Teilungen eine neue Kolonie.

Es scheint sicher zu sein, daß die hier gegebene, überkommene Fassung der Gattung *Volvox* weder erschöpfend noch den wirklichen Verhältnissen entsprechend ist. Und eine gründliche Untersuchung wird die schon jetzt von mehreren Autoren vermutet und wiederholt geäußerte Ansicht, daß *Volvox* eine unnatürliche aus konvergenten Endglieder verschiedener Volvokalenreihen hervorgegangene Gattung ist, bestätigen. So war es gewiß zu begrüßen, daß Shaw eine Aufteilung der Gattung *Volvox* vorzunehmen versuchte. Ich war eine Zeitlang von der Tragfähigkeit seiner Unterscheidungsprinzipien überzeugt. Diese Gliederung erfolgte hauptsächlich nach den Gesichtspunkten: Vorhandensein von Plasmaverbindungen zwischen den Zellen oder Fehlen derselben nach dem Grade der Entwicklung der austretenden Tochterkolonien resp. deren Vermehrungszellen.

So gliedert er die Gattung entsprechend dem folgenden Bestimmungsschlüssel seiner Gattungen:

- I. Die Tochterkolonien bilden ihre Vermehrungszellen erst nach ihrem Freiwerden.

Besseyosphaera

II. In den Tochterkolonien sind die Vermehrungszellen bereits vor dem Freiwerden vorhanden.

1. Keine Plasmaverbindungen.

A. Vermehrungszellen der Tochterkolonien bei ihrem Austreten noch nicht zu Tochterkolonien zweiter Ordnung entwickelt. *Copelandosphaera*.

B. Diese bereits zu Tochterkolonien und oft sehr verschieden weit entwickelt.

Die Vermehrungszellen nicht vollständig durch das Ostium durchwandernd. *Merillosphaera*.

Vermehrungszellen vollständig durch das Ostium durchwandernd. *Campbelllosphaera*¹⁾.

2. Mit Plasmaverbindungen zwischen den Zellen.

A. Zellen rund-eiförmig, ohne Innenwand (von oben gesehen). *Janetosphaera*.

B. Zellen von oben gesehen sternförmig, Zellhüllen mit Innenwand. *Volvox*.

Damit hat aber Shaw Eigenschaften zur systematischen Abgrenzung herangezogen, die sehr von Außenbedingungen abzuhängen scheinen.

Vor allem die große Einwertung der Differenzen im Entwicklungsgrade der Vermehrungszellen zur Zeit des Austretens der Tochterkolonien. Solche Differenzen sind bei jedem größeren Materiale festzustellen und hier scheinen Außenfaktoren mittelbar in ausgiebiger Weise Einfluß zu nehmen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß innerhalb gewisser Grenzen die berücksichtigten Differenzen eine gewisse Regelmäßigkeit haben und damit zur Mitcharakterisierung herangezogen werden können, doch müßte hier eine eingehende Untersuchung einsetzen. Diese fehlen aber fast ganz und das Wenige, was wir bei einigen wenigen Arten wissen, zeigt nur eine große Veränderlichkeit in diesem Punkte an.

Welche Differenzen weist darin *V. aureus* auf, bei dem im allgemeinen die Tochterkolonien sehr weit entwickelt austreten. Ich konnte, da ich eigens darauf achtete, austretende Tochterkolonien sehen, bei denen die Vermehrungszellen kaum zu erkennen waren und solche Tochterkolonien, die in sich bereits die Tochterkolonien zweiter Ordnung hatten, die wieder die Vermehrungszellen für die dritte Generation erkennen ließen und auch solche, bei denen diese Vermehrungszellen bereits wieder sich zur Teilung anschickten. Hier sind experimentelle Studien nötig, Berücksichtigung vorherrschend fixierten Materiales genügt nicht.

Was die Plasmaverbindungen anlangt, so ergibt die verständige Auswertung dieser Ausbildung gewiß eine natürliche Grundlage für eine Umgliederung. Aber hier hat Zimmermann mit Recht auf die große Wandelbarkeit dieser Verbindungen und ihre Ab-

1) Auf Grund einer Lebensbeobachtung aufgestellt. Die Photographien Shaws zeigen junge Kolonien knapp nach der Umstülpung, bei denen sich die jungen Gonidien aus dem Zusammenhang gelöst haben. Das kann auch pathologisch oder durch den Deckglasdruck veranlaßt sein. Nach freundlicher Mitteilung des Herrn Privatdozenten Dr. Zimmermann, da mir die Arbeit Shaws mit der Originaldiagnose nicht vorlag.

hängigkeit von der Wasserbeschaffenheit hingewiesen. Ich kann Zimmermann nur folgen, wenn er darauf hinweist, wie delikat solche Plasmaverbindungen sind, wie labil sie bereits im lebenden Zustande sind. Und im fixierten Zustande bei den üblichen Konservierungsmethoden? Können sie durch die Fixierung verschwinden, so können sie andererseits bei Arten, die normalerweise welche haben, durch ungünstige Umstände vorübergehend zurückgebildet werden oder bloß in der Jugend vorhanden sein, im Alter aber verschwinden, wie es bei *V. tertius* ist. Intensität des Stoffwechsels, Temperatur, P_{H_2} -Konzentration spielen die größte Rolle. Plasmodesmen mit Sicherheit auszuschließen ist nicht immer mit Sicherheit möglich; genau so wenig, wie sie in manchen Fällen als konstant zu erweisen sind.

Hier müssen, worauf Zimmermann vor allem hinwies, umfangreiche Studien am lebenden Materiale einsetzen. Hier ist Systematik auch eine Frage des Experimentes.

So scheinen mir die Shawschen Untersuchungen und Einteilungen keine definitiven Ergebnisse ergeben zu haben, ganz abgesehen von der Dürftigkeit einzelner von ihm bereits definitiv ausgewerteter Angaben oder der Dürftigkeit des Materiales, das ihm selber vorgelegen hat. Ich bin auch nach genauem Studium seines mir freundlichst zugesendeten Materiales in dieser zuwartenden Haltung bekräftigt worden, wenn ich auch voll und gerne das Verdienst Shaws anerkenne, in weitausholender, durchgreifender Art auf die Unnatürlichkeit der jetzigen Einteilung hingewiesen zu haben.

Eine genaue Untersuchung wird auch ergeben, inwiefern sich die Annahme einer polyphyletischen Entstehung der Gattung *Volvox* erweisen läßt und die Grundlage für Neueinteilungen geben kann. Der Zellbau der einzelnen Arten weicht sehr voneinander ab, *Volvox globator* erinnert in mehr als einer Hinsicht darin an die Sphaerellaceen und steht den anderen Arten etwas isoliert gegenüber. Auch hier stehen wir aber zunächst nur vor Vermutungen (Crow), die aber bestätigt werden könnten.

Sicher scheint zu sein, daß einzelne *Volvox*-Gruppen auch geographisch umrissen werden können; so scheinen die Arten mit wellig konturierten, also nicht glatten und auch nicht stacheligen Oosporen mehr in Süd-Asien und Australien vorzukommen; die amerikanischen scheinen tatsächlich mit den europäischen nicht völlig identisch zu sein, worauf Powers speziell aufmerksam machte, und auch einzelne afrikanische verhalten sich abweichend und sind bis jetzt in anderen Gebieten nicht gefunden worden. Alle diese Verhältnisse hat aber erst eine groß angelegte Monographie, die auf ein ungemein reiches Material zurückgeht zu klären, und die sich mehr auf wenig veränderte Eigentümlichkeiten (Oosporen, Zellbau — Struktur der Kolonie) wird stützen müssen, also auf die labilen, wie Plasmaverbindungen, oder frühere oder spätere Differenzierung der Vermehrungszellen. — Die unbedingt notwendige Vorarbeit zu dieser zusammenfassenden Monographie sind aber wieder eingehende und genaue Beobachtungen der *Volvox*-Formen der einzelnen Länder. Auch diese sind bis jetzt sogar für die meisten europäischen Gebiete unbefriedigend.

Da sich im Gebiete bis jetzt nur die drei Arten *Volvox globator*, *V. aureus* und *V. tertius* fanden, Arten, die zum Teil nicht näher

miteinander verwandt zu sein scheinen, wenn sie auch zahlreiche gemeinsame Züge aufweisen, so bespreche ich nur diese etwas ausführlicher. Ich gebe aber entweder im Anhange zu den einzelnen Arten oder am Schlusse kurze Diagnosen jener ausländischen Arten wieder, die einigermaßen gesichert erscheinen. Eine Reihe von Arten ist bereits von älteren Autoren recht unvollständig und undeutbar beschrieben worden, andere, von neueren Autoren beschrieben, gründen sich auf kurze Literaturangaben oder zu geringes Material. Diese sind übergangen.

Drei Arten im Gebiete:

Mit sehr viel (bis 20 000) Zellen, zweigeschlechtig; sehr derbe Plasmaverbindungen; Zellen von oben gesehen sternförmig, nicht birnförmig. **V. globator 1.**

Mit relativ wenig (500—1500) Zellen, die von oben gesehen rund sind, von der Seite eibirnförmig sind.

Mit zarten Plasmafäden zwischen den Zellen, Kolonien eingeschlechtig. **V. aureus 2.**

Im erwachsenen Zustande ohne Plasmaverbindungen. Gallertbau anders als bei *aureus* (siehe Fig. 416). **V. tertius 3.**

Volvox tertius ist ohne Präparation kaum zu erkennen.

1. **Volvox globator** (Linné) Ehrenberg (*Volvox stellatus* Ehrenberg) (Fig. 413, 414, 415, 420b, 421, 422). Kolonien im ausgebildeten Zustande meist ellipsoidisch aus 1500—20 000 (meist um 10 000) Zellen bestehend. Einzelzellen klein, meist nur 3—5 μ groß, doch auch bis 8 μ breit, oft auch nur bis 2 μ messend, von der Seite gesehen mehr oder weniger flach linsenförmig-kegelförmig, von oben gesehen sternförmig, durch radiäre, immer in der Einzahl vorhandene ziemlich dicke Plasmaverbindungen in dieser Weise gezogen. Der Umriss der von oben gesehen Zelle nicht selten ziemlich unregelmäßig. Chromatophor muldenförmig, in die Basalteile der Plasmaverbindungen hineinragend, dadurch von oben gesehen unregelmäßig lappig begrenzt. Pyrenoid einer bis mehrere. Kern nicht ganz in der Mitte. Kontraktile Vakuolen mehrere, über den Protoplasten verteilt, 2—6, meist vier.

Vermehrungszellen, bis 18 μ Größe erreichend, meist nur 8, seltener mehr (bis 14) oder weniger; in der hinteren Hälfte der Kolonie. Im achtzelligen Stadium beginnt sich die Tochterkolonie nach vorne zu krümmen. Tochterkolonien beim Austreten 150—200 μ groß, seltener größer. Die Einzelzellen der Tochterkolonien noch dicht aneinanderliegend, Einzelhüllen noch nicht ausgebildet. An den Tochterkolonien sind weder die jungen Vermehrungszellen noch die Anlagen für die späteren Antheridien oder Oogonien zu erkennen.

Sexuelle Kolonien monözisch und zu allermeist proterandrisch. Die Antheridialzellen ungefähr wie die asexuellen Vermehrungszellen in geringer Zahl, meist nur 5. Doch auch mehr (bis 15) oder weniger (bis eine). Die Spermatozoiden bilden tafelförmige oder mehr hohlkugelige Verbände zu 100 Spermatozoiden oder mehr. Diese Verbände 23—24 μ (auch bis 44 μ) groß.

Spermatozoiden 5–6 μ lang. Ihr Chromatophor gelblich oder blaßgrün. Geißeln sehr lang. Ihre Stellung nicht ganz konstant, meist in der Nähe des Stigmas, also weit unter der verlängerten Spitze des hyalinen Vorderendes. Zwei kontraktile Vakuolen in der Nähe der Geißelinsertion. Protoplast gestreckt spindelförmig, oft gekrümmt. Basal meist abgerundet. Die Spermatozoidenverbände lösen sich oft noch innerhalb der Kolonien auf. Manchmal treten sie aber auch als geschlossene Verbände aus, um erst im Wasser zu zerfallen.

Die Eispähren bereits frühzeitig abgerundet. Relativ klein, 40–45 μ . Reife Eisporen 44–56 μ dick, äußere Membran warzig stachelig verdickt, innere glatt. Zur Reifezeit braunrot. In einer Kolonie 20–64, meist aber nur um 30 herum.

An *Volvox globator* lassen sich von ausländischen Arten anreihen:

Volvox perglobator Powers Nur in Geschlechtskolonien bekannt; eine sehr große amerikanische Form mit fast doppelt so großen Kolonien (1000–1500 μ) mit sehr zahlreichen, vielen tausenden Zellen von gleicher Form wie bei *V. globator*. Plasmaverbindungen länger und schlanker. Diözisch. Eizellen mehr als hundert im hinteren Teile der Kolonie, doch auch gelegentlich 300–400. Eisporen nur mit niedrigen, stumpfen Warzen besetzt, im optischen Schnitte gekerbt erscheinend. Antheridialzellen in den männlichen Kolonien 50–100.

Nordamerika.

Von Shaw werden hier noch angereicht:

Volvox Rousseleti West Vegetativ sich vermehrende Kolonien rein kugelig. Die diözisch-geschlechtlichen Kolonien mehr ellipsoidisch. Größe 1125–1240 μ mit 25–50 000 kleinen, dicht gelagerten Zellen, die die übliche Sternform haben. Zellen 4,5–6 μ groß. Plasmaverbindungen von West als nicht ganz sicher angegeben. Vegetative Vermehrungszellen acht. Eizellen 120–150. Im Durchschnitte 128. Eisporen dicht mit kräftigen Stacheln, die 11–12 μ hoch sind, besetzt. Antheridialzellen einige hundert in jeder Zelle. Spermatozoidenbündel flach.

Aus Afrika.

Volvox Merilli Shaw Einhäusig. Ungeschlechtliche Kolonien leicht kugelig, geschlechtliche ellipsoidisch. Erstere über 1000 μ , letztere 90–750 μ groß. Erstere mit 17 000, letztere mit 12 000 Zellen, die ebenfalls (von oben gesehen) sternförmig, breiter als hoch sind, und 4–8 μ messen. Plasmaverbindungen grob, später dünner und länger. Vegetative Vermehrungszellen acht oder weniger. Eizellen 120, mehr oder weniger. Reife Eisporen mit großen, kegelförmigen Stacheln bedeckt, die über 11 μ hoch werden. Durchmesser der Eisporen (ohne Stacheln) 36–42 μ .

Antheridien wenige. Spermatozoidenbündel kugelig.

Volvox Barberi Shaw Monözisch. Hat im Gegensatze zur vorhergehenden Art kleinere, nur 3,5 μ oder weniger messende Zellen, die zu rund 31 000 in ungeschlechtlichen, rund 30 000 in geschlechtlichen Kolonien vereinigt, sehr klein, ei- bis

birnförmig und höher als breit sind. Die Plasmaverbindungen sind fein. Vegetative Vermehrungszellen wie früher. Eizellen aber 224, mehr oder weniger. Eisporen ebenfalls dicht bedeckt mit nur 3,5–5,5 hohen kegelförmigen Warzen. Durchmesser über 34 μ . Sonst wie *Volvox Merilli*.

2. **Volvox aureus** Ehrenberg (*Volvox globator* pro parte Ehrenberg, *Volvox minor* Stein, *Sphaerosira volvox* Ehrenberg, *Janetosphaera aurea* Shaw) (Fig. 415 a, 417, 418, 419, 421, 422, 425). Kolonien in der Größe sehr schwankend, meist nur 500, seltener bis 850 μ groß. Zahl der Zellen 500–1000 (Minimum 200). Sexuelle Zellen mit mehr Zellen als asexuelle. Protoplasten der Zellen 5–8 μ groß, doch auch bis 9 μ , in der Aufsicht kreisrund, in der Seitenansicht mehr ei-ellipsoidisch, nach vorne verschmälert, nicht so dicht gelagert wie bei *V. globator*. Vegetative Zellen meist mit 2–3 Verbindungsfäden untereinander in Verbindung stehend. Chromatophoren groß, muldenförmig, nicht durch Auslappungen in die Plasmaverbindungen hineinragend und nicht unregelmäßig. Diese sehr fein. Kontraktile Vakuolen nur zwei.

Vegetative Vermehrungszellen von gleicher Gestalt wie die vegetativen Zellen. Vor der ersten Teilung bereits 20–30 μ messend. Mit zahlreichen Verbindungsfäden mit den benachbarten Zellen verbunden. Zahl der vegetativen Vermehrungszellen sehr schwankend, meist 4–8 oder 6–10, seltener mehr oder weniger (bis eine). Die Teilungsplatte krümmt sich bereits im vierzelligen Stadium ein. Tochterkolonien vor dem Austritte 200–250 μ groß, beim Austritte bereits durch die zur Hülle verquollenen Membranen getrennt. Beim Austritte in ihrer Entwicklung weiter vorgeschritten als bei *V. globator*. Die zu vegetativen Vermehrungszellen oder zu Oogonidien wie Androgonidien bestimmten Zellen beim Austritt meist ziemlich weit vorgeschritten. Sexuelle und rein vegetative Individuen nicht immer reinlich voneinander getrennt, durch Übergangsformen verbunden. Kolonien mit Tochterkolonien und Antheridien resp. Spermatozoidenverbänden, Tochterkolonien und Eier, und dazu noch manchmal Spermatozoiden vorkommend. Im allgemeinen Geschlechter auf verschiedene Kolonien verteilt, seltener monözisch; dann meist protogyn.

Männliche Kolonien mit zahlreichen Spermatozoidenbündeln bis 1100 μ , meist 300–500 μ groß, selten nur 100 μ messend. Bei manchen Rassen (?) reifen die Spermatozoidenbündel bereits innerhalb der Tochterkolonien, die noch in der Mutterzelle liegen: Endosphärosiren. Diese meist in geringer Zahl (ca. 100). Antheridialzellen 9–12 μ , wie die vegetativen Zellen nur mit wenigen (1–3) Verbindungsfäden an die Nachbarzellen angeschlossen, meistens nur ein Drittel der Zellen einer männlichen Kolonie ausmachend. Falls es sich aber um „gemischte Kombinationen“ handelt, dann nur wenige solcher Zellen (12–24). Spermatozoidenverbände 12–18 μ groß, tafelförmig sehr selten hohlkugelig mit meist 32 (8–16 selten) Spermatozoiden. In hohlkugeligen Verbänden dann mehr (38–48). Spermatozoiden 8,5–13,5 μ lang, 2–3 breit, deutlich grün. Die Spermatozoiden treten nur im Verbands aus.

Weibliche Zellen nur sehr wenig, 1–15; meist nur 3–8; seltener 6–10. Reife Eisporen kugelig. Protoplast etwas aus der Mitte gehoben. Membran glatt, ohne jede Skulptur. Braunrot. Größe 60–65 (seltener bis 75) μ , also größer als bei *Volvox globator*.

3. *Volvox tertius* A. Meyer (*Merillosphaera tertia* Shaw) (Fig. 416). Unvollständig bekannt. Kolonien leicht kugelig bis ellipsoidisch, dem *V. aureus* ähnlich, die Gallerthüllen der Einzelzellen aber gegen das Innere der Kolonie durch eine leicht nach innen vorgewölbte Lamelle geschlossen, nach vorne halbkugelig bis kalottenförmig zusammengezogen und nicht wie bei *V. aureus* bis zur peripheren Grenzlamelle aneinandergrenzend. Zellen wie *V. aureus* kugelig-birnförmig, nur in der Jugend Plasmaverbindungen zeigend, die im erwachsenen Zustande nicht nachweisbar sind. Genaue Angaben über geschlechtliche oder ungeschlechtliche Vermehrung fehlen. Nach Meyer sind bereits innerhalb der Mutterzellen in den Tochterkolonien die einzelnen Vermehrungszellen zu erkennen und er fand ziemlich viel Kombinationen in den Tochterkolonien: solche nur mit Antheridien, nur mit Eizellen, mit ungeschlechtlichen Vermehrungszellen oder ferner mit Antheridien und vegetativen Vermehrungszellen, mit Oogonien und zugleich mit Tochterkugeln, die bereits Antheridien hatten und ferner Kolonien mit Eizellen und Tochterkugeln, die Antheridien hatten und noch andere nicht genau präzisierbare Kombinationen, weil die Funktionen der Vermehrungszellen noch nicht genau erkennbar waren. Die Tochterzellen bilden ihre Hüllen noch innerhalb der Mutterkolonie aus und treten aber in bereits weit entwickeltem Zustande aus. Spermatozoidenbündel flach bis halbkugelig. Die Befruchtung der Eizellen soll nach Meyer noch innerhalb der Tochterzellen statthaben und gibt glattwandige Eisporen. Meyer gibt keine Maße an; die vegetativen Zellen dürften nach den Abbildungen 7–8 μ messen.

V. tertius scheint nach den Angaben Meyers auf geringere Lichtintensitäten eingestellt zu sein wie die beiden anderen Arten.

Die Art wurde bislang nur in Marburg und von Scherffel am Südrande der Karpathen gefunden und erscheint mir nicht ganz gesichert. Dazu ist noch eine Klärung der auch durch Meyer nicht völlig erschlossenen Gallerthüllen bei *V. aureus* nötig.

Shaw hat mit *V. tertius*, ganz abgesehen von ganz unsicheren *Volvox Carteri* Stein und die auf eine bloße Literaturangabe gegründete neue Art *M. migulae* auch noch den *Volvox africanus* West, in eine neue Gattung *Merillosphaera* vereinigt.

Als einigermaßen gesicherte *Volvox*-Arten erscheinen mir ferner noch:

Volvox africanus G. S. West, mit ausgesprochen gestreckt-ellipsoidischen bis eiförmigen Kolonien, die West aus Afrika (Albert Nyanza, Ussanyi) beschrieb und Shaw auf den Philippinen wiederfand. Kolonien 295–600 μ groß, aus 3000–5000 Zellen bestehend; ohne Plasmaverbindungen.

Zellen kugelig, 4–9,5 μ , am Vorderende weiter, am Hinterende enger stehend. Vegetative Vermehrungszellen 1–8; 55–78 μ im Durchmesser, meist zu zweien. Das größte Paar in halber Höhe der Kolonie, die hinteren sukzessive kleiner, das zweite Paar meist zwischen dem ersten Paar. Diese Vermehrungszellen teilen sich oft bereits in der Mutterkolonie zu Tochterkolonien auf und diese bilden wieder Vermehrungszellen und aus ihnen Tochterkolonien zweiter Ordnung. Kolonien monözisch; mit 2–6 Antheridien und 12–43 Eizellen. Daneben auch rein männliche wie rein weibliche Kolonien; erstere mit 100–400 Antheridien. Spermatozoidenbündel flach bis scheibenförmig.

Volvox spermatosphaera Powers Ein wenigzelliger *Volvox* mit 1000–3000 Zellen, die Kolonien von 150–1000 μ Größe bilden. Die Zellen 6–10, in großen (bis 50 μ) Abständen. Vegetative Vermehrungszellen wie geschlechtliche Vermehrungszellen in getrennten Kolonien oder in verschiedener Weise kombiniert, oft alle Formen in einer vegetativen Kolonie. Die Vermehrungszellen der Tochterkolonien beim Austritte unentwickelt, sich erst nach dem Austritte ersterer zu Tochterkolonien zweiter Ordnung entwickelnd. Antheridialzellen kleiner als die vegetativen Vermehrungszellen, 32–256, „schwach bewimpert“; jede liefert 32–64 Spermatozoiden. Spermatozoidenkugeln 80–180 μ und in zwittrige Kolonien erst nach der Befruchtung der Eier reifend. Spermatozoiden mit endständigen Geißeln. Bislang nur in Amerika gefunden. Shaw stellt sie mit einer anderen *Volvox*-Art, die ebenfalls die Tochterkolonien entleert, bevor sich ihre vegetative Vermehrungszellen geteilt haben und die mir sehr unsicher erscheint, zur neuen Gattung *Copelandosphaera*, die nur durch diese erwähnte Eigenschaft charakterisiert erscheint. Powers' Art ist morphologisch gut erkennbar, ganz abgesehen von dem Umstand, daß sie ihre vegetativen Vermehrungszellen in den Tochterkolonien vor dem Austritte derselben nicht teilt. Ich sehe in letzterer Eigenschaft keine charakteristischen Gattungsmerkmale, die Gattung *Copelandosphaera* erscheint mir völlig unhaltbar.

Als *Volvox Weismannianus* wird von Powers eine unsichere Art gestellt, die von Shaw mit *Volvox Carteri* Stein in Verbindung gebracht wird. *Volvox Carteri* selber ist eine sehr mangelhaft bekannte Form, die von Carter aus Bombry beschrieben wurde, diözisch ist und dessen vegetative Kolonien bis 770 μ , deren weibliche bis 610 μ und männliche 270 μ messen. Von den anderen *Volvox*-Arten weicht er durch die nicht spitzwarzigen oder glatten, sondern wellig-konturierten Oosporen ab. Die anderen Angaben erscheinen ungenügend und beziehen sich allem Anschein nach noch nicht auf lebendes Material.

Von Shaw wird *Volvox tertius* Meyer, *V. Weismannianus* Power und *V. Carteri* Stein zu einer Gattung *Merillosphaera* zusammengesetzt, deren Charakteristik aus dem Bestimmungsschlüssel der Shawschen Genera S. 462 zu ersehen ist. Dagegen stellt Shaw die forma b des *Volvox Weismannianus* zu *Besseyosphaera*.

Ich kann auf diese, oft verzwickte Charakterisierung der einzelnen Arten und auf diese selbst im Rahmen der Süßwasserflora nicht eingehen; die definitive Klärung hat der Experimentator zu machen, der die Gattung *Volvox* monographisch bearbeitet.

Als *Volvox mononae* beschreibt G. M. Smith eine Art ohne Plasmaverbindungen, anscheinend nach fixiertem Material. Die Art ist kaum zu halten.

Bei unseren heimischen *Volvox*-Arten wäre vor allem das Verhältnis des *V. aureus* und des *V. tertius* auf Grund genauer vergleichender Studien zu prüfen, die sich an sehr verschiedene Stadien halten müßten.

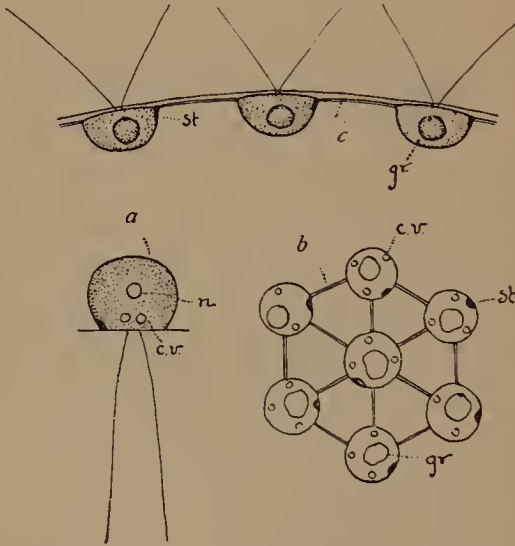


Fig. 427. Die von Playfair als var. *hemisphaerica* zu *Volvox aureus* gestellte Form. *a* Rand einer Kolonie mit vorne stark abgeplatteten Zellen; *b* eine weniger weit abgeplattete Zelle; *c* einige Zellen von oben gesehen (nach Playfair).

Hier ist es auch am Platze, den merkwürdigen *Volvox* zu erwähnen, den Playfair als var. *hemisphaerica* des *Volvox aureus* beschreibt, mit auffallend dünner Außengallerte und Zellen, die mit ihrem verbreiterten Vorderende flach, fast halbkugelig (s. Fig. 427) an die Außengallerte angepreßt sind und kein Pyrenoid haben. Plasmaverbindungen vorhanden. Kontraktile Vakuolen ca. 3 vorne gelegen. Zellen $8-8\frac{1}{2}$ μ groß. Da mir Hartmann mitteilt, daß er an *Eudorina* keine *Volvulina*-artige Stadien gesehen habe, ich selber an den heimischen *Volvox*-Arten ebenfalls keine derartigen Ausbildungen bemerkte, vermag ich über die Beziehung solcher Formen zu den üblichen Ausbildungen nichts zu sagen. Auffallend ist die Tatsache, daß gerade aus Australien solche Formen beschrieben sind (vgl. auch *Volvulina* S. 444).

Nachtrag zum speziellen Teile der Volvocales.

Nach dem Abschlusse des Manuskriptes wurden noch einige einzeln lebende Volvocalen von anderen Autoren neu beschrieben, zum Teil während eines längeren Aufenthaltes in den Alpen von mir beobachtet. Diese sind hier zusammengestellt; es handelt sich um eine neue Polyblepharidinengattung (*Pocillomonas* Steinecke), eine neue Cocomonadee (*Fortiella*), sowie eine neue *Chlamydomonas*-Art.

Polyblepharidinae (siehe S. 85).

Pocillomonas Steinecke

Zellen eiförmig bis eiförmig-walzlich, mit oft leicht eingezogener Längsfläche; basal breit abgerundet; vorne gerade abgestutzt und meist ausgerandet bis deutlich vertieft. Periplast mit zarter Gallerte überdeckt; in dieser wenige bis zahlreiche, radiär stehende Gallertstäbchen, die speziell beim Eintrocknen oder bei Färbung mit Methylblau sichtbar werden. Geißeln meist 6, seltener 5, 7–9, axial in der vorderen Vertiefung inserierend, annähernd körperläng.

Chromatophoren scheibchenförmig, peripher die unteren zwei Drittel der Zelle auskleidend, dicht nebeneinander liegend und radiär angeordnet. Annähernd in der Mitte der Zellkern, in gleicher Höhe oder etwas mehr nach vorne gerückt der große, fleckförmige Augenfleck. Unter der vorderen Einsenkung zwei kontraktile Vakuolen. Um den Kern zahlreiche rundliche Stärkekörner. Kein Pyrenoid. Vermehrung durch Längsteilung. Als Dauerformen wurden abgerundete Stadien beobachtet. Sexualität nicht festgestellt.

Eine Art:

Pocillomonas flos aquae Steinecke (Fig. 428). Zellchen mit den angegebenen Merkmalen, ungefähr 13 μ lang, 10 μ breit. — In einem Viehtümpel auf einer Weide bei Moditten in der Nähe von Königsberg i. Pr. giftgrüne Wasserblüten bildend.

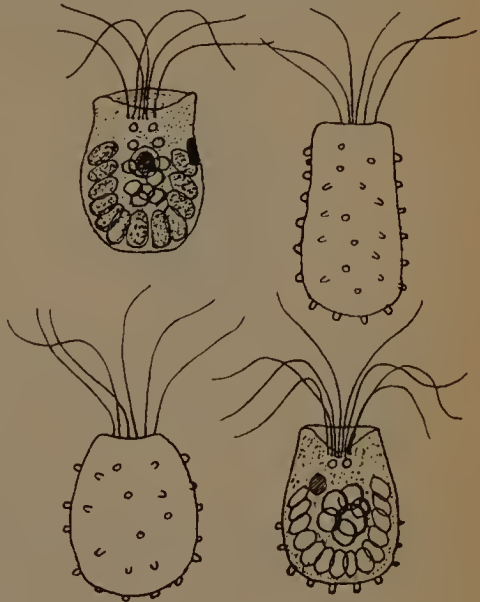


Fig. 428. *Pocillomonas flos aquae*. Zwei Zellen im optischen Längsschnitte; zwei Zellen in der Aufsicht (nach Steinecke).

Diese Flagellate wird von Steinecke wohl mit Recht zu den Polyblepharidinen gestellt. Sie stellt einen ziemlich abweichenden Typus dar. Wir kannten bis jetzt keine Polyblepharidine des Süßwassers mit scheibchenförmigen Chromatophoren. Ebenso geht bei keiner anderen Gattung die vordere Abflachung und Ausrandung des Vorderrandes so weit.

Auffallend ist das Schwanken in der Zahl der Geißeln; darin decken sich die Angaben mit denen über den merkwürdigen *Polyblepharides*. Auch hier ist der Grund dieser Verschiedenheiten nicht klar; ich neige mehr dazu, diese in der Zahl schwankenden Formen mit der Teilung in Zusammenhang zu bringen: Vorlaufen der Geißeln bei der Teilung oder Teilungshemmungen der Protoplasten.

Chlamydomonadaceae

Chlamydomonadeae (siehe S. 173).

Chlamydomonas incrassata Pascher (*Chloromonas incrassata* Korschikoff) (Fig. 429). Zellen breit und plumpeiförmig, basal breit abgerundet, nach vorne leicht verschmälert und vorne ebenfalls abgerundet stumpf. Membran zart, anliegend, vorne in eine



Fig. 429. *Chlamydomonas incrassata* (nach Korschikoff). Vgl. damit die Fig. 164 auf S. 119/120, die die lange beweglichen Zygozoosporen dieser Art sind.

breite niedrige, stumpfe, nicht scharf abgesetzte Warze verdickt, mit zwei annähernd körperlangen Geißeln. Chromatophor groß, ganz nach vorne reichend, basal nicht auffallend verdickt, ohne Pyrenoid. Wandstück der Chromatophoren deutlich längsstreifig. Annähernd in der Zellmitte ein auffallend großer, rundlicher Augenfleck. Zwei kontraktile Vakuolen. Kern knapp vor der Mitte. Zellen ca. 20 μ lang.

Aus Charkow.

Diese Art hat wie viele andere *Chlamydomonaceen* (*Chl. gelatinosa*, *Chl. petusa*, *Chl. paradoxa*, *Phyllomonas striata*, *Chlamydo-botrys* usw.) Gameten, die eine langbewegliche Zygozoospore liefern, die erst nach mehr- bis vieltägiger Schwärmzeit eine Zygosporie ausbilden. Als solche langbewegliche Zygozoosporen sind aufzufassen die S. 164, Fig. 119/120, nach Korschikoff abgebildeten Individuen von „*Chlamydomonas ovata*“, die aber nicht identisch sind mit der von Jacobsen beschriebenen *Chlamydomonas ovata*, die eine gut fundierte, auch in den Teilungsvorgängen beobachtete Art ist.

Coccomonadeae (siehe S. 348).

Fortiella Pascher

Protoplast in einem anscheinend stark verkalkten Gehäuse lebend, das vorne nur eine kleine Öffnung für die Geißeln frei läßt.

Gehäuse im Querschnitte rund oder ein wenig zusammengedrückt, gewöhnlich nach vorne verschmälert, meist mehr oder weniger rotbraun verfärbt; in seiner Gestalt oft recht unregelmäßig, doch im allgemeinen immer mehr oder weniger eiförmig-ellipsoidisch. Protoplast typisch, mit topfförmigem Chromatophoren mit und wahrscheinlich auch ohne Pyrenoid, Stigma und zwei vorne gelegenen Vakuolen und vier gleichlangen Geißeln. Die Gattung stellt daher eine in einem Gehäuse lebende *Carteria* vor¹⁾.

Vermehrung durch

— soweit beobachtet —

Längs-, oder zuerst einsetzende Schrägteilung, zwei oder vier Tochterzellen liefernd, die unter unregelmäßigem Zersprengen der Schale der Mutterzelle frei werden, dabei nackt sind und erst mit der Zeit ihre Gehäuse bilden. Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet, in Analogie zu den nahe verwandten Gattungen aber wahrscheinlich. In einem Falle konnte eine innerhalb des Gehäuses liegende kugelige, derbwandige Aplanospore beobachtet werden, über deren weiteres Schicksal nichts bekannt ist.

Fortiella verhält sich zur nicht gehäusetragenden viergeißeligen *Carteria* so, wie *Coccomonas* zu *Chlamydomonas*, welche beide zweigeißelig sind. Von dem zweigeißeligen *Dysmorphococcus* unterscheidet sie sich auch noch durch

die einzige vordere Öffnung. Eine Schale hat ferner auch die ebenfalls viergeißelige *Pedinopera*; deren Schale ist aber sehr stark zusammengedrückt, ziemlich kompliziert geformt und stellt sicherlich einen bereits abgeleiteten Typus dar (vgl. *Pedinopera*, S. 349 und Fig. 318).

Ich glaube bestimmt, daß *Fortiella* bereits wiederholt gesehen wurde. Entweder wurde sie dabei als *Coccomonas* angesehen, möglicherweise aber auch als *Carteria* angesprochen. Von beschriebenen *Carteria*-Arten macht speziell *Carteria Fritschii* zunächst den Ein-



Fig. 430. *Fortiella brunnea*. a, b Schalen mit Protoplasteu; c, d leere Schalen; f junge Zelle; e Teilung; g, h durch das Austreten der Tochterzellen zersprengte Schalen.

1) Vergleiche das auf S. 401 über die ganz unsichere, beschaltete Gattung *Kleinia* Gesagte.

druck, als ob hier eigentlich eine *Fortiella*-Art vorläge. Doch spricht das Verhalten der Membran der Zelle bei der Teilung dagegen. Leider ist gerade diese Art nicht völlig beobachtet worden, sie weicht aber von den anderen *Carteria* sehr durch ihre dicke, schalenförmige Membran ab.

Bis jetzt, mit Sicherheit, nur eine Art bekannt:

Fortiella brunnea Pascher (Fig. 430). Schalen ellipsoidisch, eiförmig bis ausgesprochen eiförmig oder verkehrt eiförmig, oft leicht unregelmäßig; basal abgerundet, seltener etwas verschmälert nach vorne oft deutlich verschmälert, manchmal auch abgerundet oder abgeflacht. Schale manchmal dünn, doch meist derb und gelb bis oft tiefbraun gefärbt; meist durch Eisenauflagerungen rau. Regelmäßige Skulpturen nicht beobachtet. Protoplast kleiner als die Schale, mit einer Papille durch die nicht sehr große Schalenöffnung herausragend. Diese Papille vielleicht schwach kreuzförmig, mit vier über körperlangen Geißeln. Protoplast geringer melabolischer Bewegungen fähig. Chromatophor groß, topfförmig; basal stark verdickt, hier das große Pyrenoid; vorne bis fast zur Papille reichend. Stigma an hellen Gehäusen bemerkbar, fleckförmig, elliptisch. Zwei kontraktile Vakuolen. Kern ziemlich weit vorne gelegen. Teilung gesehen: Längsteilung mit nachfolgender Drehung. — Länge der Zellen 17 bis 28 μ , Breite 10–17 μ .

Aus einem Tümpel am Ritten bei Bozen, in dem sich auch *Pteromonas*, Euglenen, *Oikomonas* befand, also in relativ sapropelischer Gesellschaft.

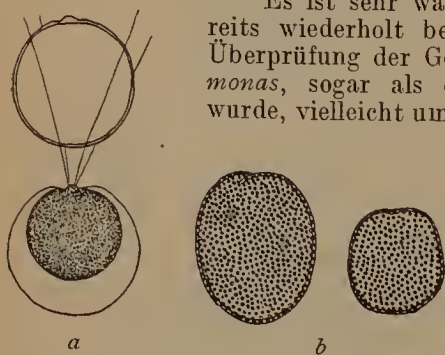


Fig. 431. *Fortiella*. a *F. bullulina*; b *F. scrobiculata* (nach Playfair).

Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Art bereits wiederholt beobachtet wurde, mangels der Überprüfung der Geißelverhältnisse aber als *Coccomonas*, sogar als eine *Trachelomonas* angesehen wurde, vielleicht um so leichter, als die Geißeln sehr zart sind. Der Organismus fand sich nur in wenigen Exemplaren, von denen einige in Teilung waren. Daneben fanden sich zersprengte Schalen, aus denen ich auf die Art des Austretens der Tochterzellen schließe. Ich halte für ausgetretene Tochterzellen viergeißelige Schwärmer, die sich in der Protoplasten-

morphologie völlig mit *Fortiella* deckten, nur waren sie entweder nackt oder zeigten ganz zarte, farblose Schalen.

Ferner gehören die von Playfair unvollständig beschriebenen *Carteria bullulina* und *Carteria scrobiculata* sicher hierher:

Fortiella bullulina Pascher (*Carteria bullulina* Playfair) (431a). Gehäuse mit fast kreisrundem Umrisse, vorne meist verschmälert, vielleicht sogar leicht ausgerandet. Protoplast deutlich kleiner als die Schale mit vier $1\frac{1}{2}$ mal körperlangen Geißeln. Andere Details nicht angegeben. Aus Australien.

Fortiella scrobiculata Paseher (*Carteria scrobiculata* Playfair) (431b). Gehäuse breit ellipsoidisch bis fast unregelmäßig kugelig, sehr derb, mit zahlreichen deutlichen, dicht stehenden kleinen Grübchen versehen; basal breit abgerundet, bis leicht verschmälert, nach vorne nicht verschmälert und leicht ausgerandet. Playfair gibt ausdrücklich die Existenz von vier Geißeln an.

Anhang an die Bearbeitung der Volvocales.

Im allgemeinen Teile wurde auseinandergesetzt, daß die *Volvocales* den beiden nächsten Ordnungen der Chlorophyceen, den *Tetrasporales* und den *Protococcales* nicht scharf gegenüberstehen, sondern daß sie durch Übergänge mit ihnen verbunden sind. Im speziellen Teile, speziell bei der Gattung *Chlamydomonas*, wurden einige Formen behandelt, die einen großen Teil ihres vegetativen Lebens bereits im palmelloiden Gallertstadium verbringen und nur mehr gelegentlich in die bewegliche Monadenausbildung zurückkehren, z. B. *Chlamydomonas Kleinii* Schmidle (S. 257 Fig. 215). Solche Formen können eben wegen ihrer Zwischenstellung sowohl bei den *Volvocales* wie auch bei den *Tetrasporales* eingestellt werden, die ja nichts anderes sind als *Volvocales*, deren vegetatives Leben sich völlig auf die unbewegliche Ausbildung in der Form der verschiedenen Gallertstadien verschoben hat.

Es sind nun in letzter Zeit auch Formen bekannt geworden, die in gleicher Weise auch die Protoecoccalen vermitteln und zwischen diesen und den Volvocalen eine Zwischenstellung einnehmen: Formen, die zwar in ihrem vegetativen Leben eine unbewegliche, behäutete Zelle darstellen, in dieser aber noch charakteristische Bestandteile der Flagellatenorganisation zeitlebens oder im größten Teile ihres Lebens haben, in wenigen Fällen das Stigma, in allen Fällen aber ein anderes charakteristisches Monadenorgan, die kontraktile Vakuolen. Es sind gewissermaßen unbewegliche Ruheformen, nicht aber als Dauersporen, die das vegetative Leben vollziehen, während die bewegliche Ausbildung auf ein gelegentliches Schwärmerstadium beschränkt ist. Es ist bereits der Grundzug der Protoecoccalenorganisation vorhanden, nur daß noch einige Organe der Flagellatenorganisation verblieben sind. Gehen diese Organe der Flagellatenorganisation an den unbeweglich gewordenen, behäuteten Zellen ebenfalls verloren, so haben wir die typische Protoecoccalenorganisation vor uns, die ja ausschließlich im Süßwasser eine so außerordentliche Formenfülle hervorgebracht hat. Korschikoff hat einige solche Zwischenformen zwischen *Volvocales* und *Protococcales* beschrieben und sie mit den *Volvocales* als *Vacuolatae* jenen Protoecoccalen, die keine Vakuolen haben, gegenübergestellt. Wo hier der Schnitt zwischen den *Volvocales* und *Protococcales* gemacht wird, ist angesichts der Tatsache, daß diese beiden Ordnungen eben miteinander durch Zwischenformen vermittelt werden, ziemlich gleichgültig, nur möchte es mir scheinen, daß es besser wäre, angesichts des Verlustes der Beweglichkeit durch Geißeln diese Zwischenformen, soweit sie eben unbewegliche, behäutete Zellen sind, an die untere Stufe der Protoecoccalen zu stellen.

Es sind ja auch Formen, deren vegetativen Zellen in aus gebildetem Zustande der kontraktilen Vakuolen völlig entbehren mit jenen Protococcalen, die zeitlebens die Vakuolen beibehalten dadurch verbunden, daß bei manchen die jungen, unbeweglichen Autosporen eine Zeitlang noch kontraktile Vakuolen haben, wie sich ja auch die zoosporinen und autosporinen Protococcalen ebenfalls nicht scharf gegenüberstehen, sondern durch Zwischenformen, wie *Pediastrum*, *Hydrodictyon*, *Sorastrum*, *Marthea* usw. vermittelt werden.

Es wurde früher gesagt, daß eine zur Protococcale gewordenen Volvocenzelle in dieser Ausbildung dem ruhenden, aber nicht zu Dauerspore gewordenen Stadium einer Monade entspricht. Ich habe dies in einer kleinen Abhandlung: Berichte der Deutschen bot. Ges. Bd. 42, S. 148 (1924) näher ausgeführt. Solche ruhende Formen können nur einer einfachen, haploiden, ruhenden Zelle, oder auch der vegetativ bleibenden und nicht derb-sporulierenden Zygote entsprechen. Beide Ausbildungen sind vorhanden. Soweit wir diese Zwischenformen bis jetzt kennen, entsprechen die meisten der haploiden Phase, sind also einer haploiden Volvocenzelle homolog. Es ist aber bereits eine Form bekannt geworden, eine zweite konnte von mir im Gegensatze zu der von Korschikoff genau untersuchten Form nicht genau studiert werden, bei der die vegetative, ruhende und behütete Zelle einer Zygote entspricht, in der Form, daß zwei kopulierende Gameten eine Zygozoospore liefern, die sich dann in eine zartwandige Zygote umwandelt, die das vegetative Leben der Alge weiterführt.

Jedenfalls müssen jetzt auch die meisten Protococcalen, speziell die einfachen, oft so unklaren Formen rein morphologisch überprüft werden, inwieweit bei ihnen in der fertigen Zelle noch Monadenorganisation — kontraktile Vakuolen eventuell Stigma — vorhanden sind und welcher Kernphase sie angehören.

In diesem Nachtrage sind von Zwischenformen nur die behandelt, die von Korschikoff und mir studiert wurden. Da sie erst in letzter Zeit bekannt wurden, so fehlen sie in der von 1916 erschienenen Bearbeitung der Protococcales in der Süßwasserflora. Da sie an die Volvocales anschließen, so finden sie hier einen guten Platz. Es gibt aber noch viel mehr solche Formen, die derzeit jetzt bei unserer mangelhaften Kenntnis der Protococcalen in verschiedenen Gattungen dieser Ordnung mitlaufen.

Festsitzende Formen: *Chlorophysema*, *Malleochloris*, *Stylosphaeridium*, *Characiochloris*.

Nicht festsitzende Formen: *Hypnomonas*, *Nautococcus*, *Apio-coccus*.

Chlorophysema Pascher

(*Chlamydomonas* aut. nonn.)

Zellen im vegetativen Zustande festsitzend, in eine meist derbe, weiche, oft blasig abstehende Hülle eingeschlossen, die mit einem derben, manchmal verlängerten Füßchen aufsitzt. Erwachsene Zelle vom typischen *Chlamydomonas*-Bau: derber, basal deutlich verdickter Chromatophor, mit axialem Pyrenoide, mit oder ohne Stigma. Zwei kontraktile Vakuolen am morphologischen Vorderende des Protoplasten. Vermehrung durch Längsteilung; sukzessive 2—32 Zellen innerhalb der erweiterten Hülle gebildet. Das Verhalten der Tochterzellen verschieden. Sie entwickeln unter Aus-

bildung einer Membran zwei Geißeln und werden durch Verquellen der Mutterhülle frei, um sich nach kurzer Schwärmzeit mit dem Vorderende festzusetzen. Oder aber ihre Membran verdickt sich sehr, manchmal unter leichter Vergallertung; sie entwickeln dann keine Geißeln, sondern werden zu einer Art derbwandiger Akineten, die in der erweiterten Mutterhülle bleiben. Diese Tochterzellen können sich wieder teilen und können jetzt Schwärmer entwickeln

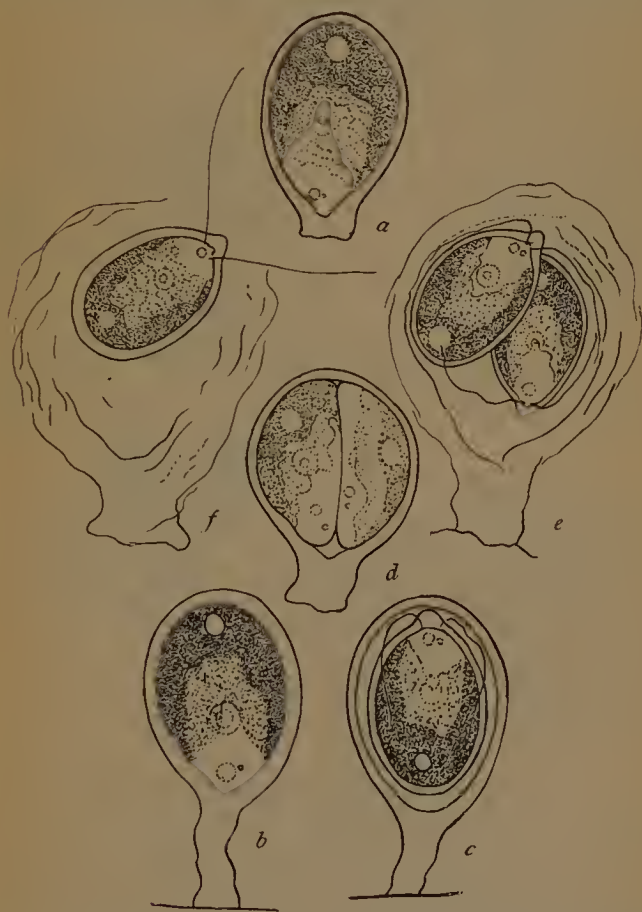


Fig. 432. *Chlorophysema apiocystiforme*. *a* junge; *b* langgestielte, alte Zelle; *c* der Protoplast hat sich ohne Teilung in einen Schwärmer umgewandelt; *d* Teilung; *e* Bildung zweier Schwärmer; *f* Austreten der Schwärmer.

oder wieder innerhalb ihrer erweiterten Hülle die beschriebenen Akineten bilden, die sich in neuerlicher Teilungsfolge wieder so verhalten können. So können schließlich mehrfach ineinander geschachtelte Systeme von Zellverbänden entstehen, die bei nicht zu derben Membranen oft noch alle die kontraktile Vakuolen haben können. Zwischen der Schwärmerbildung aus den Tochterzellen, wie auch der Akinetenbildung finden sich alle Übergangsformen:

die Tochterzellen haben eine Zeitlang die Geißeln, treten dann aber nicht aus, sondern wandeln sich unter Geißelverlust in Akineten um.

Ebenso kann vor allen Teilungen der Protoplast unter Erweiterung der Hülle sich in einen Schwärmer umwandeln, der oft noch lang innerhalb der Hülle beweglich ist, um dann auszutreten oder eine Akinete zu bilden, wenn nicht der Protoplast gleich eine solche Akinete bildet.

Die vegetativen Schwärmer haben deutliche bis derbe Membranen mit einer deutlichen Papille. Ihr Protoplast zeigt den gleichen Bau wie der der festsitzenden Zelle.

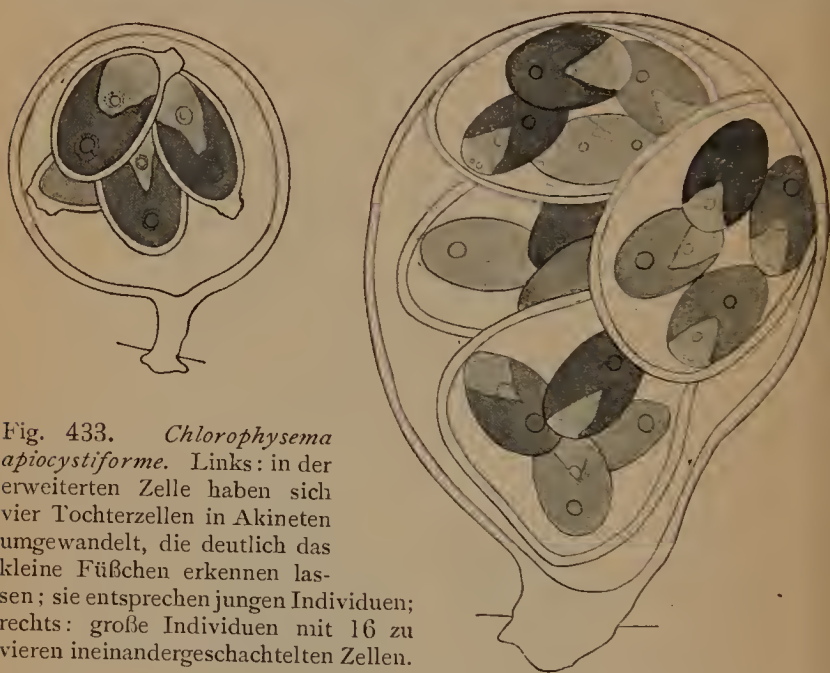


Fig. 433. *Chlorophysema apiocystiforme*. Links: in der erweiterten Zelle haben sich vier Tochterzellen in Akineten umgewandelt, die deutlich das kleine Füßchen erkennen lassen; sie entsprechen jungen Individuen; rechts: große Individuen mit 16 zu vierein ineinandergeschachtelten Zellen.

Andere Stadien wie auch die geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet.

Die Akineten stellen, soweit ich sah, nichts anderes dar als Schwärmer, die gewissermaßen noch innerhalb der Mutterzelle auskeimen, dann aber derbe Membranen bilden. Sind sie völlig entwickelt, dann ähneln sie in hohem Maße der Mutterzelle, ja haben oft auch deutlich kleine Füßchen.

Nicht alle Arten haben den gleichen Entwicklungsgang. Das hier ausführlich Mitgeteilte bezieht sich nur auf die eine Art *Chlorophysema apiocystiforme*. Die zweite bekannte Art scheint sich einfacher zu verhalten, da sie nicht zu ineinandergeschachtelten Verbänden neigt.

Es gibt außer den zwei behandelten Arten noch einige andere, von denen mir zu wenig Material vorgelegen hat.

Zwei Arten:

Protoplasten ausgesprochen kugelförmig, Stigma vorhanden. Keine ineinandergeschachtelte Verbände

Chl. inertis 1.

Protoplasten mehr verkehrt eiförmig-ellipsoidisch; ohne Stigma. Vielfach ineinandergeschachtelte Zellgenerationen kommen vor.
Chl. apiocystiforme 2.

1. **Chlorophysema apiocystiforme** Pascher (*Chlamydomonas apiocystiformis* Artari) (Fig. 432, 433). Ausgewachsene Individuen länger oder kürzer gestielt, Protoplast immer eiförmig bis eiförmig-ellipsoidisch. Chromatophor weit nach vorne reichend, oft mit einseitig ausgeschnittenem Wandstücke und meist deutlich verdicktem Basalstücke. Zwei kontraktile Vakuolen, kein Stigma. Schwärmer mit gleichem Protoplastenbau, doch mit derber Membran, die sich vorne in eine nicht scharf abgesetzte Papille verdickt, die stumpf rundlich kegelförmig ist. Geißeln körperlang. Schwärmer innerhalb der Mutterzelle austretend oder Akineten bildend, die im ausgebildeten Zustande oft deutliche Stielchen haben. Zellen ausgewachsen, vor der Teilung bis $25-30\ \mu$ groß, doch auch kleiner; nach mehrfacher Teilung bis $70-90\ \mu$ hoch.

Im Gebiete verbreitet, doch meist nicht häufig. Auf *Azolla*- und *Lemna*-Wurzeln und anderen Wasserpflanzen, auch Algen.

2. **Chlorophysema inertis** Pascher (*Chlamydomonas inertis* Korschikoff) (Fig. 434). Zellen mit einem allmählich verschmälerten, sehr kurzen Füßchen festsitzend, mit derber, sehr stark er-

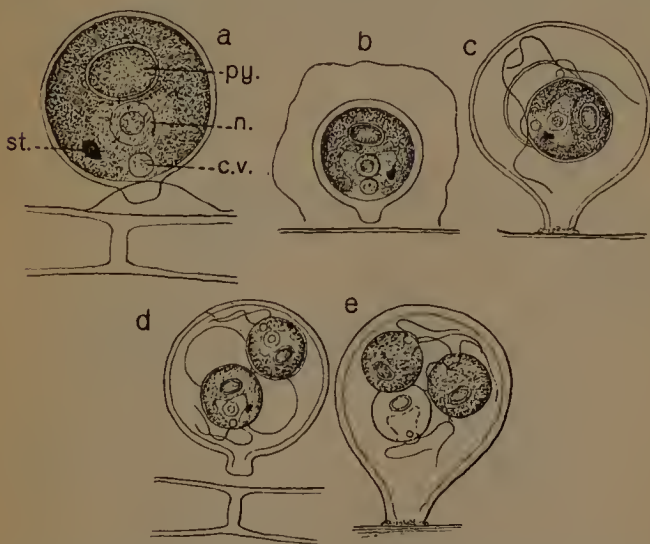


Fig. 434. *Chlorophysema inertis*. a Schwärmer, sich festsetzend; b in Gallerthülle; c, d, e Zellen, deren Protoplasten sich nach Teilung in Schwärmer umgewandelt hat (nach Korschikoff).

weiterer Hülle, in der der kugelige Protoplast lebt. Chromatophor topfförmig, mit sehr stark verdicktem, fast bis zur Mitte reichenden, flach begrenzten Basalstücke und bis gegen die kontraktile Vakuolen zusammenneigendem, derbem Wandstücke. Augenfleck groß und elliptisch. Pyrenoid im Basal-

stücke, groß und querellipsoidisch. Schwärmer kugelig mit deutlicher, fast derber Membran, die sich nach vorne in eine wenig vermittelte, breite, große und quer abgestutzte Papille verdickt. Geißeln annähernd körperlang. In der leicht verquellenden, meist weitabstehenden Hülle der festsitzenden Zelle, meist bereits die beweglichen Zellen gebildet, Akineten, ähnlich denen von *Chlorophysema apiocystiforme*, anscheinend nicht vorkommend. Zellen bis 22 μ dick.

Aus Rußland (Charkow — Korschikoff).

Die Gattung *Chlorophysema* sieht bis zu einem gewissen Grade der Tetrasporalengattung *Apiocystis* ähnlich. Auch bei *Apiocystis* ist eine erweiterte gallertige festsitzende Blase vorhanden. Innerhalb dieser sind bei *Apiocystis* ebenfalls mit kontraktile Vakuolen versehene, aber ziemlich regelmäßig angeordnete Zellen. Es ist bereits eine, fast könnte man sagen, geregelte, organisierte Kolonie solcher Zellen vorhanden, die zudem noch die merkwürdigen, morphologisch noch unvollständig bekannten, physiologisch völlig unsicheren Gallertgeißeln hat (siehe Heft V, S. 22). Gewiß stellen Formen wie *Chlorophysema* Übergänge von Chlamydomonadaceen zu *Apiocystis* vor.

Malleochloris Pascher

Zellen festsitzend, knopfförmig auf verschiedenen Algen lebend. Kugelig mit sehr zarter, manchmal leicht rötlicher Haut, mit einem kurzen Stiele, der ebenso breit ist wie die Zelle und in dem die Zelle oft bis zu einem Drittel eingedrückt ist. Stiel meist im weiten Um-

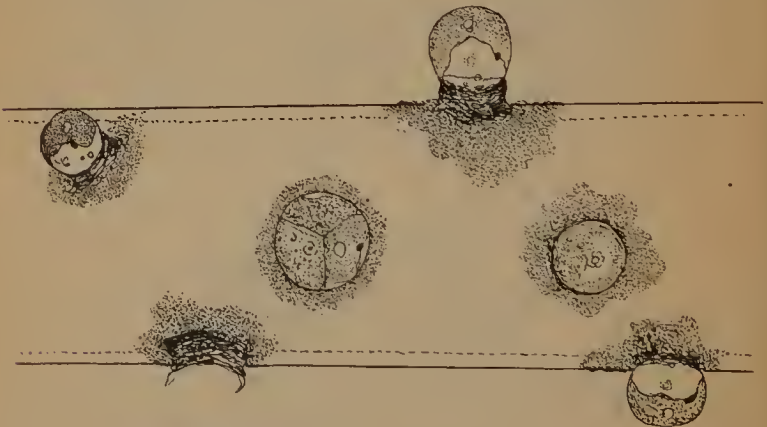


Fig. 435. *Malleochloris sessilis*. *Cladophora* mit mehreren zum Teil in Teilung begriffenen, zum Teil entleerten Zellen besetzt.

kreise von Eisenoxydhydrat umgeben. Zellen im entwickelten Zustande manchmal mit einer zarten Gallertschichte umgeben, mit großem topfförmigem Chromatophoren, dessen Basalstück dem oberen Ende der Zelle zugewendet ist. Wandstück oft sehr unregelmäßig eingeschnitten oder in wenige große Lappen zerteilt. Pyrenoid annähernd axial im Basalstück. Stigma an jungen Zellen häufig, an alten fast immer fehlend. Kern etwas unter der Mitte. Vermeh-

Vermehrung durch Bildung von zwei bis mehreren *Chlamydomonas*-Schwärmern. Erste Teilung annähernd räumliche Längsteilung, spätere nur morphologische Längsteilungen. Schwärmer nach kurzer Schwärmzeit sich unter Ausbildung eines Gallertstieles mit dem Vorderende verfestigend. Bei einer Art geschlechtliche Fortpflanzung gesehen: Kopulation zweier, im übrigen in der Größe nicht konstanten Schwärmern, die bis zu 16 aus einer Zelle gebildet werden können und eine derbwandige Zygote bilden, deren Keimung nicht beobachtet werden konnte.

Wenig bekannte Gattung, deren Arten in verschiedener Weise epiphytisch in der Gallerte von oder an Planktonorganismen leben. Es gibt aber gewiß auch noch andere ökologisch abweichende Arten. Die beiden hier behandelten nicht sicher zusammengehörigen Arten wurden von den Autoren als *Chlamydomonas* beschrieben.

Zwei Arten:

Zellen mehr kugelig, Gallertstiele sehr zart; auf *Coelosphaerium*
St. stipitatum 1.

Zellen mehr eiförmig; Gallertstiel meist derb; auf *Anabaena*
St. inhaerens 2.

Stylosphaeridium stipitatum Geitler (*Chlamydomonas stipitata* Bachmann, *Characium stipitatum* Wille) (Fig. 437, 438). Zellen fast kugelig, in einen sehr zarten, fadendünnen Gallertstiel verlängert. Chromatophor topfförmig, am Rande unregelmäßig gelappt; nicht an zwei Stellen tief ausgebissen. Pyrenoid



Fig. 437. *Stylosphaeridium stipitatum*. Zellen in einer Kolonie von *Coelosphaerium Naegelianum* (nach Geitler).

groß, zweiteilig, mit zwei großen aneinanderschließenden Stärkekalotten. Kein Stigma. Die zu vieren oder achten gebildeten Schwärmer ellipsoidisch, ohne Stigma, mit seitlich gelagertem Chromatophoren ohne Pyrenoid. Zellen 5–10 μ lang. Gallertstiel bis 20 μ lang.

In der Gallerte von *Coelosphaerium Naegelianum* aus Böhmen, der Schweiz, aus den Schleswig-Holsteinschen Seen. Ausnahmsweise auch auf *Oocystis* (Wisconsin-Seen Smith).

Es scheint auch noch eine andere, nahverwandte, doch deutlich unterscheidbare Art vorzukommen, mit Zellen, die mehr länglich sind und deren Pyrenoid viele Stärkekörnchen entwickelt.

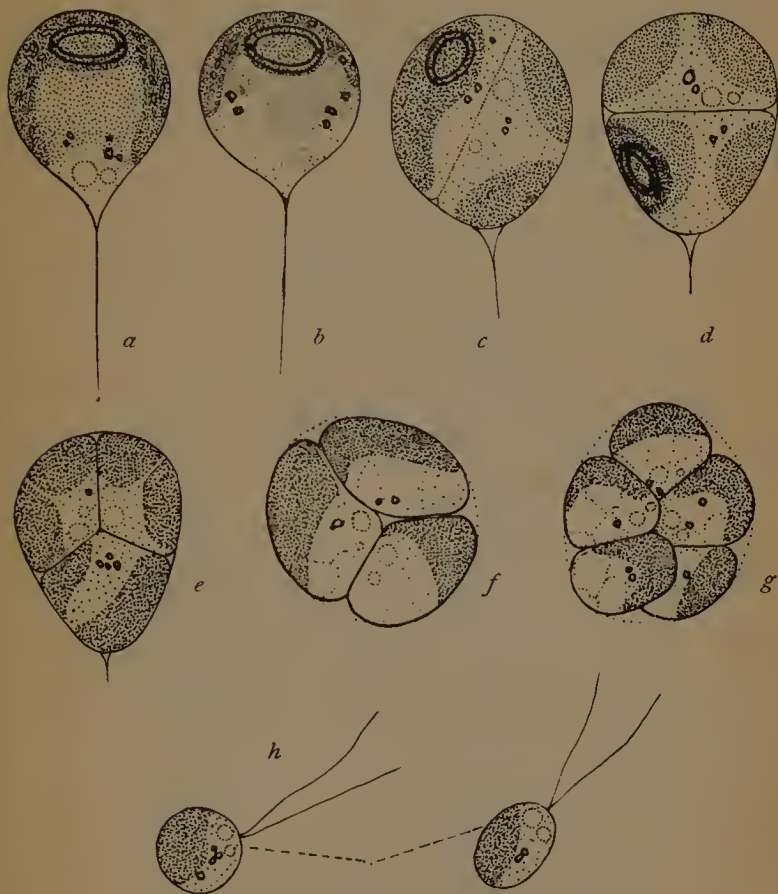


Fig. 438. *Stylosphaeridium stipitatum*. a, b vegetative Zellen; c, d Zweiteilung; e, f Viererteilung; g vorgeschrittene Schwärmer-
teilung; h Schwärmer (nach Geitler).

Stylosphaeridium inhaerens Pascher (*Chlamydomonas inhaerens* Bachmann) (Fig. 439, 440). Zellen verkehrt eiförmig, am morphologischen Hinterende breit abgerundet, nach vorne verschmälert und hier einem oft deutlichen, ziemlich derben, manchmal deutlich geschichteten Gallertstiele aufsitzend. Zellen einzeln oder knapp nach den Teilungen in Zweier- oder Vierergruppen eine Zeitlang beisammenbleibend. Membran sehr zart. Chromatophor groß, topfförmig, mit großem basalem Pyrenoid, das mehrere Stärkekörner hat. Kein Stigma. Chromatophor meist an zwei Stellen der Länge nach tief ausgeschnitten. Am morphologischen Vorderende zwei kontraktile Vakuolen. Teilung durch



Fig. 439.

digen Chromatophoren haben, der nicht immer ein Pyrenoid besitzt. Gameten nicht völlig gleich. Fertige Zygote derbwandig mit spärlich wellig-warziger Membran. Keimung der Zygote nicht beobachtet.

Es konnte die Bildung fast glatt-

Fig. 440. *Stylosphaeridium inhaerens*. *a, b* erwachsene Zellen; *c* Teilung; *d* Viererstadium; *e* vegetativer Schwärmer; *f* Aplanosporenbildung; *g* Gametenbildung; *h* Gametozoosporen (Geißeln nicht voll ausgezeichnet); *i* Kopulation; *k* Zygospore.

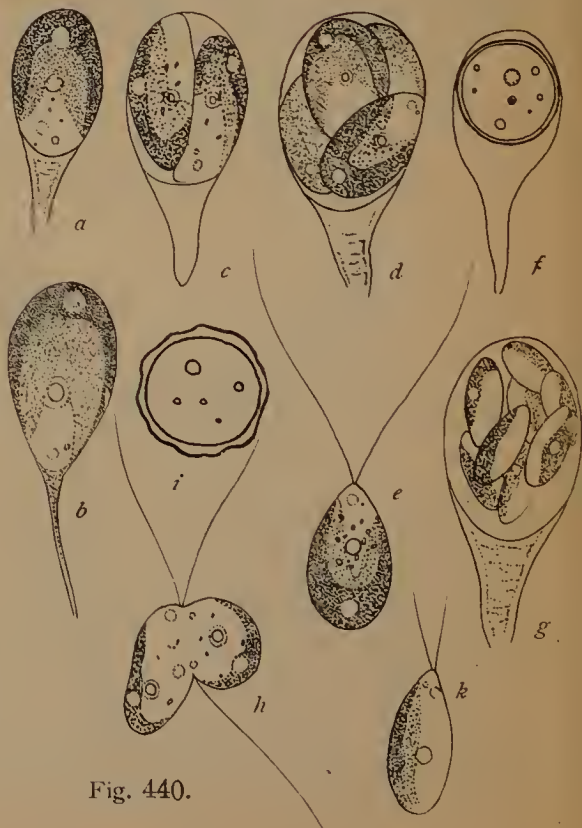


Fig. 440.

Längsteilung zwei oder vier Schwärmer bildend, die von der Form der festsitzenden Zelle, nach vorne mehr spitz, auch mit zwei $1\frac{1}{2}$ mal körperlangen Geißeln versehen sind. Ferner Bildung von 8, seltener 16 Gameten in einer Zelle, die von den vegetativen Schwärmern abweichen, gestreckter sind als diese und einen mehr bis ganz seitenstän-

Fig. 439. *Stylosphaeridium inhaerens*. *Anabaena*-Kolonie besteht mit *St. inhaerens* (nach Bachmann).

wandiger Aplanosporen innerhalb der festsitzenden Zellen beobachtet werden. Zellen 7–15 μ lang, bis 13 μ breit.

In der Gallerte der planktontischen *Anaebaena flos aquae* (Schweiz Bachmann, Böhmen).

Die beiden Arten unterscheiden sich auch dadurch voneinander, als bei *St. inhaerens* die Tochterzellen nicht immer ausschwärmen, sondern gleich ihre Gallertstiele bilden und dadurch die Bildung von Zweier- und Vierergruppen stattfindet.

Characiochloris Pascher

(*Chlamydomonas* pro parte Korschikoff)

Zellen auffallend *Characium*-ähnlich, ohne Stielchen, auf einem kleinen Gallertpölsterchen, das auch in weiterem Umkreise eiseninkrustiert sein kann, festsitzend. Membran meist sehr zart, selten mit einer dünnen Gallertlage umgeben. Chromatophor an ausgewachsenen Zellen durch zahlreiche, meist mehr in der Längsrichtung entwickelte Spalten und Rissen größtenteils bandförmig zerteilt. An jungen Zellen ist der Chromatophor mehr einseitig wandständig und leicht gelappt, um schließlich bei zunehmendem Wachstum der Zelle die angegebene Bandform anzunehmen. In einer mehr zentralbleibenden Partie ein großes, bei alten Zellen oft völlig undeutlich werdendes Pyrenoid. Kein Stigma. Zahlreiche unregelmäßig verteilte, kontraktile Vakuolen. Kern meist annähernd in halber Höhe, meist einseitig verlagert. Nach den entsprechenden Teilungen entstehen in den Zellen 4–32 Schwärmer, die meist gestreckt verkehrt eiförmig sind und keine Papille haben. Ihr Chromatophor ist seiten- und wandständig, der Kern liegt in der vorderen Hälfte. Sie haben zwei Geißeln. Nach kurzer Schwärmzeit Festsetzen und Bildung kleiner *Characium*-artiger Zellen, die zunächst noch den einfachen wandständigen Chromatophoren und auch nur zwei Vakuolen haben. Andere Stadien nicht beobachtet.

Characiochloris sieht *Characium* auffallend ähnlich und kommt ihm auch in der speziellen Formausbildung mannigfach nahe, unterscheidet sich aber von ihm durch den Besitz der kontraktilen Vakuolen. *Characium* stellt gewissermaßen die Weiterentwicklung zu völligen Protococcalenformen, die völlig zellulär geworden sind, dar. *Chlamydomonas* einerseits und *Characium* andererseits erscheinen durch *Characiochloris* sehr schön vermittelt.

Es ist nicht ausgeschlossen, daß manche der bis jetzt beschriebenen, im großen Ganzen noch wenig untersuchten *Characium*-Arten eigentlich zu *Characiochloris* gehören. Die ganze Gattung *Characium* muß auch von anderen Überlegungen ausgehend, noch gründlich überprüft werden.

Bis jetzt zwei Arten sicher bekannt, eine dritte noch ungenau beobachtet.

Zellen schön, manchmal leicht unregelmäßig, spindelförmig, gegen die Basis verschmälert

Ch. characioides 1.

Zellen breiteiförmig, basal nicht verschmälert mit breit abgerundeter Basis aufsitzend.

Ch. sessilis 2.

1. *Characiochloris characioides* Pascher (*Chlamydomonas characioides* Korschikoff) (Fig. 441a–c). Zellen groß, ausgesprochen

spindelförmig, beiderseits verschmälert, bis fünfmal so lang als breit; vorne spitz, basal auf einem meist relativ kleinen Scheibchen aufsitzend. Chromatophor der erwachsenen Zelle verzweigt und lappig bandförmig. Kern in der vorderen Hälfte. Schwärmer verkehrt-eiförmig gestreckt, mit deutlicher Membran und zwei nicht ganz körperlangen Geißeln, Chromatophor der Schwärmer seiten- und wandständig, unregelmäßig begrenzt mit einem blassen Stigma. Kern vor dem Pyrenoid gelegen. Zellen 30–50 μ , selten bis 120 μ lang. Auf *Cladophora*, *Vaucheria* usw.

Von Korschikoff in Zimmerkulturen, von mir auch in einer etwas kleineren Form, deren Chromatophoren weniger bandförmig waren, auch im Freilande (auf *Vaucherien*, aus Tümpeln der Talfers bei Bozen) gesehen.



Fig. 441. *Characiochloris*. *a* *Chl. characioides* erwachsene; *b* junge Zelle; *c* Schwärmer; *d* *Ch. sessilis* erwachsene Zelle; *e* junge Zelle (nach Korschikoff).

2. *Characiochloris sessilis* Pascher (*Chlamydomonas sessilis* Korschikoff) (Fig. 441 *d*, *e*). Zellen viel kleiner, basal nicht verschmälert, sondern breit abgerundet, in einer meist durch Eisenauflagerungen sehr verbreiterten Scheibe sitzend. Bislang mit Sicherheit nur aus Rußland auf *Cladophora* (Charkow). Zellen 9–24 μ lang.

Es kam mir auch eine dritte Form unter, die ungefähr 25–40 μ lang, ebenfalls sitzend war und ebenfalls mehr bandförmig zerteilte Chromatophoren hatte, deren Zellen aber mehr walzlich, manchmal gekrümmt, doch vorne spitz waren. Es waren auch immer zahlreiche Vakuolen vorhanden (auf *Rhizoclonium*). Es handelt sich gewiß um eine eigene, leider nicht völlig beobachtete Art.

Betont sei, daß es den Anschein hat, als neigten gerade *Chlamydomonas*-Arten mit seitlichem wandständigem Chromatophoren (Untergattung *Chlamydella*, sect. *Monopleura*) im Laufe der Weiterentwicklung im Sinne der Vergrößerung der festsitzenden Zelle zur bandförmigen Auflösung des Chromatophoren.

Nicht als völlig gesichert möchte ich zu *Characiochloris* noch einen von Korschikoff als *Chlamydomonas epizootica* beschriebenen

Organismus stellen: Zellen festsitzend, ungestielt oder mit einem oft langen Gallertstiele versehen. Chromatophor an jungen Zellen topfförmig, mit einem großen, seitlichen Pyrenoid, seitlich gelagertem Kerne, zwei vorne (morphologisch) gelagerten kontraktile Vakuolen versehen, doch ohne Stigma. Zellen verkehrt-eiförmig bis eiförmig-ellipsoidisch, am freien Ende immer abgerundet, mit der Zeit zu bedeutender Größe heranwachsend. In solchen großen Zellen, dann soweit ich sah, mehrere, allerdings oft sehr undeutliche, vielleicht manchmal völlig rückgebildete Pyrenoide. Bildung von (in großen Zellen bis einige Hundert) schmaler, eiförmiger Schwärmer, die eine Membran haben. Zellen bis 60μ lang (*Characiochloris epizootica*) (Fig. 442).



Fig. 442. *Characiochloris epizootica*. *a* junge, eben gesiedelte Zelle; *b* junge und alte, sehr große Zelle, letztere mit vielen Schwärmern; *c* langgestielte, zum Teil in Schwärmerbildung, zum Teil entleerte Zellen.

Inwieweit diese auf *Cyclops* lebende Form mit anderen bereits beschriebenen Volvocalen resp. Protococcalen identisch ist, vermag ich nicht zu sagen. Die ganzen epiphytischen Grünalgen aus den Ordnungen der *Volvocales*, *Tetrasporales* und *Protococcales* erfordern noch genaue Durcharbeitung. Die meisten Bestimmungen und Beschreibungen lassen eine genaue Feststellung nicht immer zu.

Hypnomonas Korschikoff

Zellen einzeln oder in lockeren, palmelloiden, unregelmäßigen Verbänden, im ausgewachsenen Zustande immer kugelig, jung mehr ellipsoidisch. Zellwand an ausgewachsenen Zellen derb, aus zwei Schichten bestehend, völlig geschlossen. Die ganze Zelle oberflächlich betrachtet völlig protococcal aussehend. Protoplast mit dem typischen Bau der Volvocalzelle, mit einem derben, topfförmigen Chromatophor, der durch Spalten ganz oder mehr oder weniger zerteilt sein kann. Im Basalstücke ein deutliches Pyrenoid. Am Vorderende der Zelle, in der hyalinen, vom Chromatophoren freien Stelle, die dem Vorderende einer Volvocalzelle entspricht, zwei kontraktile Vakuolen.

Vermehrung durch Bildung zweigeißeliger Schwärmer, die eiförmig-ellipsoidisch, eine zarte Membran, eine kleine Papille und zwei annähernd körperlange Geißeln haben. Der Chromatophor ist seitlich, das Pyrenoid in halber Höhe, der Zellkern seitlich oder basal. Am Vorderende des Chromatophoren ist ein fleckförmiges Stigma. Die Schwärmer können ohne Entwicklung der Geißeln noch innerhalb der Mutterzelle zu kleinen behäuteten Zellen werden und durch die leicht verschleimenden Mutterzellmembranen, und Wiederholung dieses Vorganges entstehen dann die erwähnten palmelloiden Verbände. Es konnten auch derbwandige, Hämatochrom-gefärbte Akineten beobachtet werden, die bei der Keimung Schwärmer bildeten. Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet.

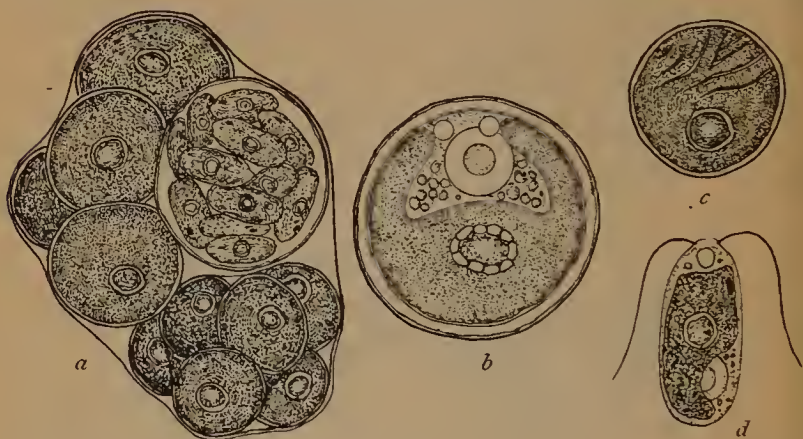


Fig. 443. *Hypnomonas chlorococcoides*. *a* Verband mehrerer Zellen z. T. in Autosporen- und Schwärmerbildung; *b* optischer Schnitt durch eine Zelle, oben die beiden kontraktilen Vakuolen; *c* Schwärmer; *d* junge Zelle (nach Korschikoff).

Zwei Arten:

Chromatophor ohne Verteilung und Lappung *H. chlorococcoides* 1.
Chromatophor durch Spalten gelappt, in älteren Zellen ganz zerteilt. *H. lobata* 2.

1. *Hypnomonas chlorococcoides* Korschikoff (Fig. 443). Zellen mit topfförmigem Chromatophor, der ein mächtiges, bis zur Zellmitte reichendes, Basalstück hat. Chromatophor nicht zerteilt. Schwärmer mehr walzlich. Akineten beobachtet. Zellen $18\ \mu$ und mehr im Durchmesser. Schwärmer zu 8–32 gebildet, über $10\ \mu$ lang.

Aus Zimmerkulturen (Rußland-Charkow).

2. *Hypnomonas lobata* Korschikoff (Fig. 444). Zellen etwas größer, bis über $20\ \mu$ messend. Chromatophor vorne sehr stark gelappt, in älteren Zellen in mehrere Teile aufgelöst; Basalstück dann wenig entwickelt. Schwärmer mehr ellipsoidisch. Keine Akineten beobachtet. Zellen über $20\ \mu$ groß; Schwärmer $6-8\ \mu$ lang.



Fig. 444. *Hypnomonas lobata*. a vegetative Zelle; b optischer Längsschnitt durch eine solche; c kleiner Zellverband; d Schwärmerbildung; e Schwärmer (nach Korschikoff).

Nautococcus Korschikoff

Zellen einzeln lebend, oder vorübergehend kleine Verbände bildend. An der Wasseroberfläche flottierend, oder seltener auf einem Substrat angeheftet oder endophytisch lebend. Zellmembran deutlich bis dick, zum Teil speziell bei flottierenden Formen mit einer besonderen, meist braun gefärbten Membrankappe versehen. Chromatophor massiv, entweder zentral und dann den größten Teil der Zelle einnehmend, mit einem zentralen Pyrenoid, oder wandständig mit einigen kleinen Pyrenoiden. Im ersten Falle liegt der Kern seitlich, im letzteren Falle mehr zentral. Gewöhnlich sind auch kontraktile Vakuolen, bei den einzelnen Formen an Zahl wechselnd, vorhanden. Dagegen fehlt das Stigma.

Vermehrung durch *Chlamydomonas*-artige seitlich leicht zusammengedrückte Schwärmer, die eine sehr zarte Membran haben. Ihre Keimung findet meist an der Wasseroberfläche statt. Daneben Übergänge zu Autosporenbildung; ferner Aplanosporen, Akineten und Cysten vorhanden, deren Membran stachelige Membranen haben. Geschlechtliche Fortpflanzung nicht beobachtet.

Diese Gattung umfaßt vielleicht zum Teil nicht näher miteinander verwandte Arten.

Korschikoff beschreibt fünf vielleicht nur zum Teil miteinander verwandte Arten:

- I. Chromatophor zentral; Pyrenoid zentral, mit mehr als zwei Stärkeschollen.

1. Zellen mehr oder weniger zwiebelförmig

A. ohne Membrankappe; das schmalere Ende untergetaucht; Schwärmer verkehrt-eiförmig, basal gestutzt bis zweispitzig. Der kugelige Chromatophor vorne, kontraktile Vakuolen und Kern dahinter **N. mammilatus** 1.

B. Das schmalere, auftauchende Ende der Zelle mit Membrankappe. Schwärmer basal spitz, kontraktile Vakuolen zwei bis vier, verschieden gelagert. **N. caudatus** 2.

2. Zellen zu allermeist nicht zwiebelförmig, kugelig bis unregelmäßig.

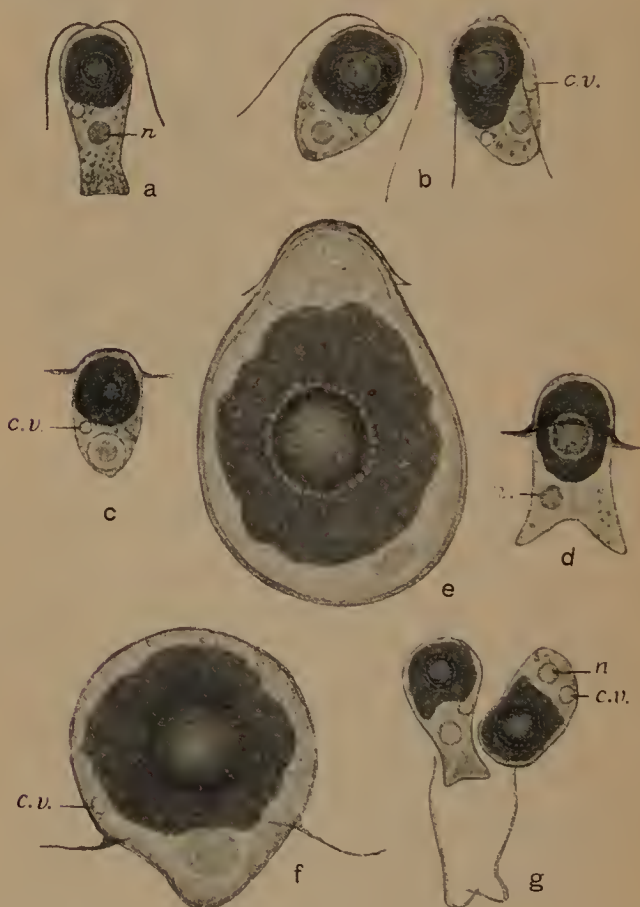


Fig. 445. *Nautococcus mammilatus*. a, b Schwärmer, die sonderbare Lagerung der Organe und das gelegentlich breitgestutzte, fast gegabelte Ende deutlich; c, d Keimende Schwärmer mit ihrem Vorderende durch die Wasseroberfläche dringend und hier eine breitberandete Membrankappe bildend; e, f erwachsene Zellen; g vorzeitige Bildung von jungen Zellen aus einem kleinen Keimling; die jungen Zellen entsprechen sich rasch behäutenden Zoosporen (nach Korschikoff).

A. Zellen kugelig, ellipsoidisch, kurz eiförmig bis seltener birnförmig; Membran oft sehr dick. Membrankappe sehr deutlich. 36 μ und größer. **N. grandis** 3.

B. Zellen meist sehr unregelmäßig birn- bis seltener zwiebel-förmig; dünnwandig; Membrankappe undeutlich oder fehlend. **N. pyriformis** 4.

II. Chromatophor wandständig, mit meist zahlreichen, zweischaligen Pyrenoiden. **N. constrictus** 5.

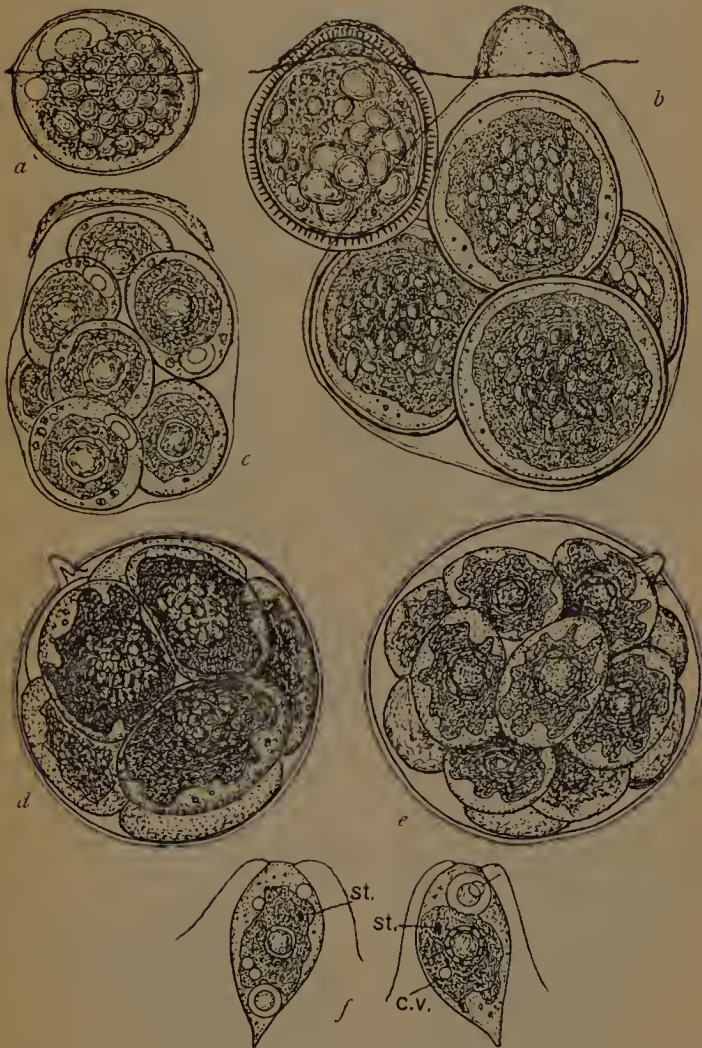


Fig. 446. *Nautococcus caudatus*. a junge vegetative Zelle; b, c vier- und achtzellige durch die Mutterzellmembran zusammengehaltene Zellhaufen; bei b links oben eine derbwandige Cyste; d, e Aplanosporenbildung; f Schwärmer (nach Korschikoff).

1. *Nautococcus mammilatus* Korschikoff (Fig. 445). Zellen kugelig bis kurz-eiförmig. Das schmälere Ende der Zelle untergetaucht und ohne verdickte Membran, das andere Ende mit einer am Rande verbreiterten, braungefärbten Membrankappe. Chromatophor zentral, kugelig bis unregelmäßig kurz gelappt, mit einem zentralen Pyrenoid. Kern seitlich oder im schmälern Ende der Zelle; im ersteren Falle mehr linsenförmig, im anderen mehr kugelig. Kontraktile Vakuolen, zwei oder mehrere im oberen Teile der Zelle. Schwärmer verkehrt-eiförmig, ohne deutliche Papille, nicht selten basal verbreitert und kurzgabelig ausgezogen. Chromatophor kugelig, meist vorne gelegen; im basalen Ende Kern und kontraktile Vakuolen. Schwärmer in lotrechter Stellung keimend, mit dem Vorderende durch die Wasserober-

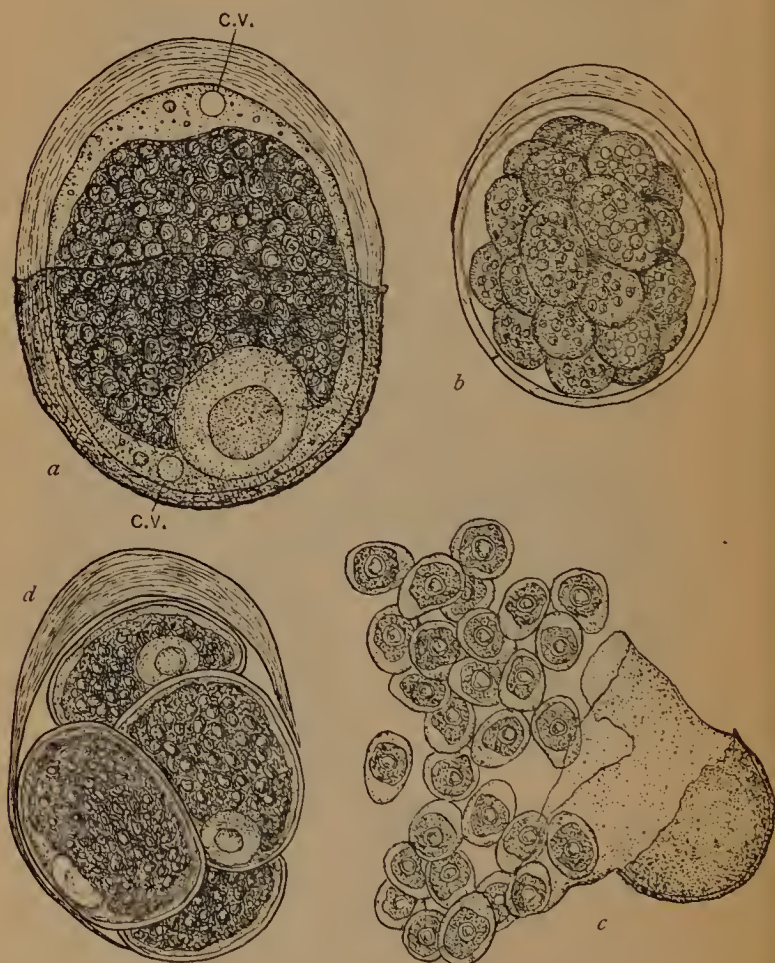


Fig. 447. *Nautococcus grandis*. a vegetative Zelle; b autosporenartige Tochterzellen innerhalb der Mutterzelle gebildet; c Entleerung von Aplanosporen; d Zellhaufen, noch durch die Mutterzellhaut zusammengehalten (nach Korschikoff).

fläche dringend. Übergänge zu Autosporen, wie derbwandige, kurzstachelige Zysten bekannt. Zelle 20 (seltener bis 61) μ groß. Schwärmer 8–10 μ lang.

Aus einem Sumpfe an einem Flußufer bei Charkow.

2. *Nautococcus caudatus* Korschikoff (Fig. 446). Zellen zwiebel-förmig, mit ziemlich deutlicher Membrankappe am empor-tauchenden dickwandigen Ende. Protoplast wie bei den vor-hergehenden zwei Arten gebaut. Schwärmer gestreckt verkehrt-

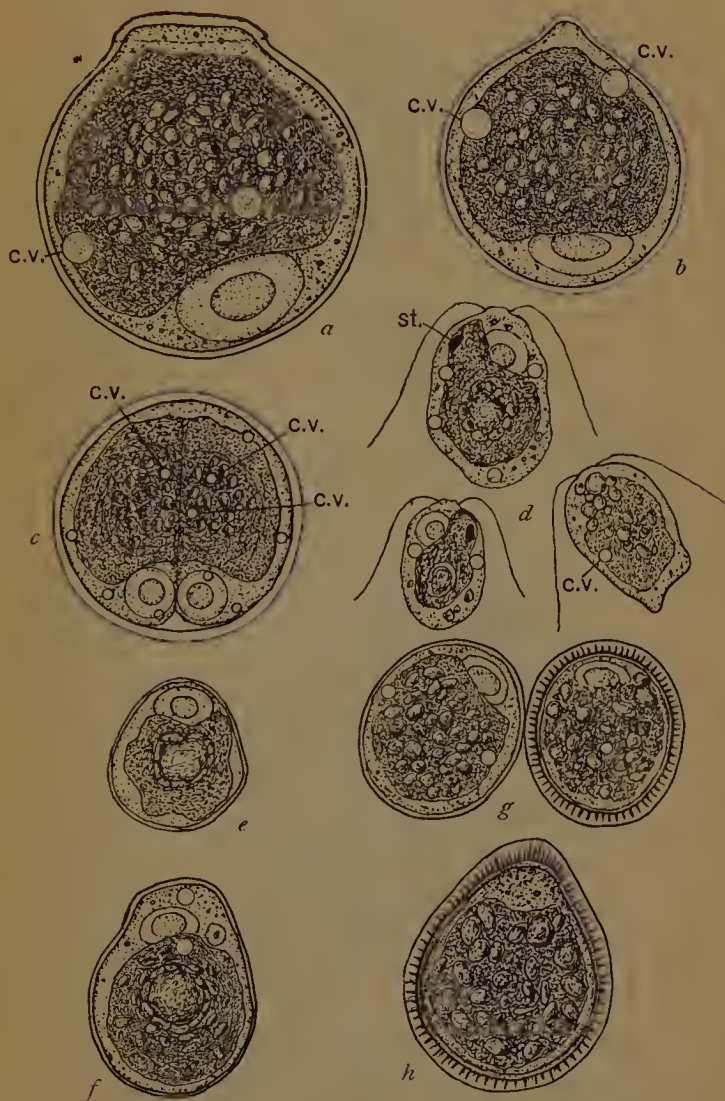


Fig. 448. *Nautococcus pyriformis*. *a, b* erwachsene Zellen; *c* Teilung; *d* Schwärmer; *e, f* junge Zellen; *g, h* Bildung von derbwandigen, kurzstacheligen Cysten (nach Korschikoff).

eiförmig; basal spitz, seltener ellipsoidisch; seitlich etwas zusammengedrückt, mit einem unregelmäßigen zentralen Chromatophoren. 2–4 kontraktile Vakuolen vorhanden. Kern vorne oder hinten gelegen. Zellen bis 30 μ lang.

Aus einem Tümpel am Ufer des Lopan (Charkow).

3. *Nautococcus grandis* Korschikoff (Fig. 447). Zellen kugelig ellipsoidisch oder birnförmig. Zellbau wie bei den anderen Arten. Membran sehr dick; Membrankappe, die oft am Rande ver-

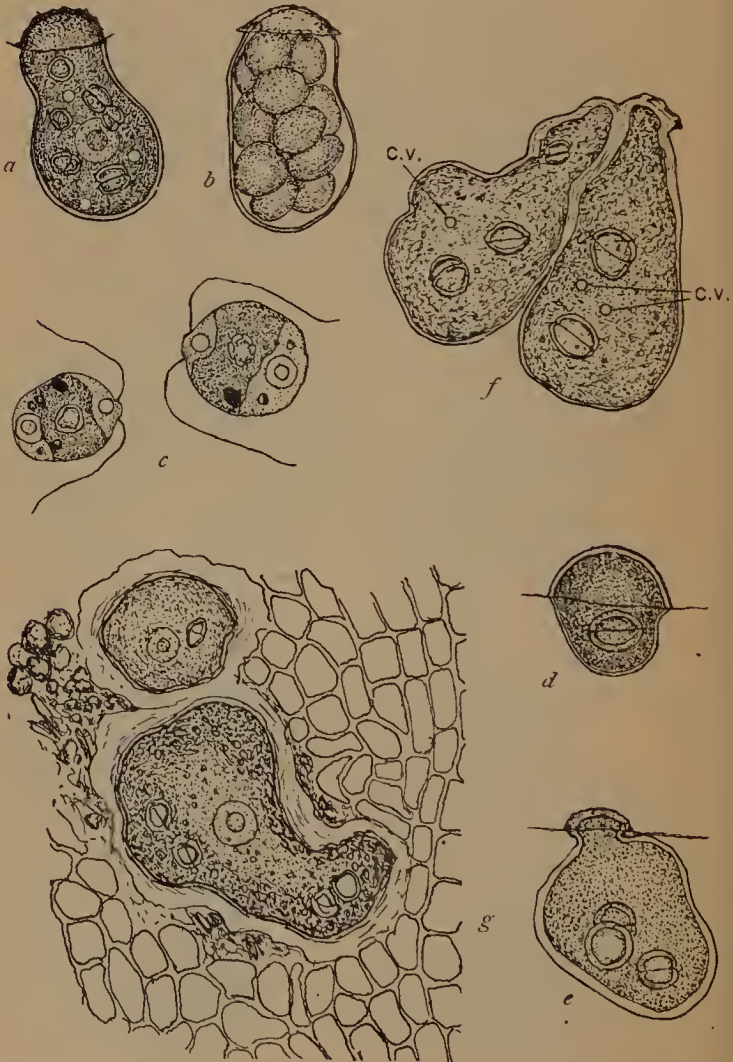


Fig. 449. *Nautococcus constrictus*. *a* vegetative Zelle; *b* Zoosporenbildung; *c* Schwärmer; *d, e* Wachstum junger Zellen; *f* zweizelliger Haufen größerer Zellen; *g* zwei Zellen auf einer anderen Pflanze (nach Korschikoff).

dickt ist. Schwärmer gestreckt, beiderseits abgerundet, seitlich leicht zusammengedrückt, mit einer kleinen, doch deutlichen Papille. Ihr Chromatophor aus einer dicken, etwas seitlich stehenden Platte bestehend, mit einem kleinen Pyrenoid unter der Zellmitte. Stigma vorne. Kern vorne, axial oder auch lateral. Zwei kontraktile Vakuolen, an einem Ende oder seitlich. Auch Aplanosporen beobachtet. Erwachsene Zellen können sich (wohl nur durch Autosporenbildung) in zwei oder vier Zellen teilen, die dann kleine Verbände von 2–6 Zellen bilden. Dauersporen unbekannt.

Ufer des Lopenflusses bei Charkow.

4. *Nautococcus pyriformis* Korschikoff (Fig. 448). Zellen birnförmig bis fast kugelig, mit kaum entwickelter Membrankappe. Zellbau wie bei *N. mammilatus*. Schwärmer deutlich flachgedrückt, von unregelmäßig ellipsoidischer Gestalt, mit einer schmalen stumpfen Papille. Ihr Chromatophor in der Form einer unregelmäßig wandständigen Platte, die den größten Teil der Zelle einnimmt. Stigma vorne; Pyrenoid unter der Mitte. Kern vorne und etwas seitlich. Zwei kontraktile Vakuolen zentral oder seitlich. Keimung nicht in aufrechter Stellung. Von anderen Stadien wurden nur kurzstachelige Cysten beobachtet. Zellen bis 23 μ lang. Schwärmer 8–13 μ lang.

Aus einem Sumpfe bei Charkow.

5. *Nautococcus constrictus* Korschikoff (Fig. 449). Zellen birn- bis kopfförmig eingeschnürt, fast ganz untergetaucht, mit einer gutentwickelten, breitrandigen Membrankappe am schmäleren, auftauchenden Ende. Chromatophor wandständig, dickplattig, mit vielen kleinen zweiteiligen Pyrenoiden, die eine zweischalige Stärkehülle haben. Kern zentral. Kontraktile Vakuolen über die Zelle zerstreut, entsprechend der Zellgröße, zwischen zwei und vielen an Zahl schwankend. Die Schwärmer sind stark zusammengedrückt, unregelmäßig bis linsenförmig, mit einem seitlichen, queren Chromatophoren, der in der Mitte ein Pyrenoid hat. Stigma seitlich. Zellkern am hinteren Ende des Schwärmers. Die Schwärmer keimen in seitlicher Lage an der Oberfläche des Wassers aus. Sie können aber auch auf einem Substrate auskeimen oder auch epiphytisch oder endophytisch sich weiterentwickeln (an *Lemna*). Dauerstadien, so wenig wie vegetative Teilungen oder geschlechtliche Fortpflanzung beobachtet.

Aus dem Lopenflusse bei Charkow und aus einem Torfsumpfe.

Apiococcus Korschikoff

Zellen einzeln oder in zwei- bis vierzelligen Verbänden. Kugelig oder birnförmig, auf der Wasseroberfläche treibend, doch ohne eine differenzierte Membrankappe. Chromatophor zentral und massiv, gegen die Peripherie zu unregelmäßig und kurz gelappt. Ein einziges, fast zentrales Pyrenoid. Seitlich der Kern. Ferner eine oder zwei kontraktile Vakuolen, sowie mehrere größere Saftvakuolen. Die kontraktilen Vakuolen sind besonders bei Stärkeanreicherung nicht

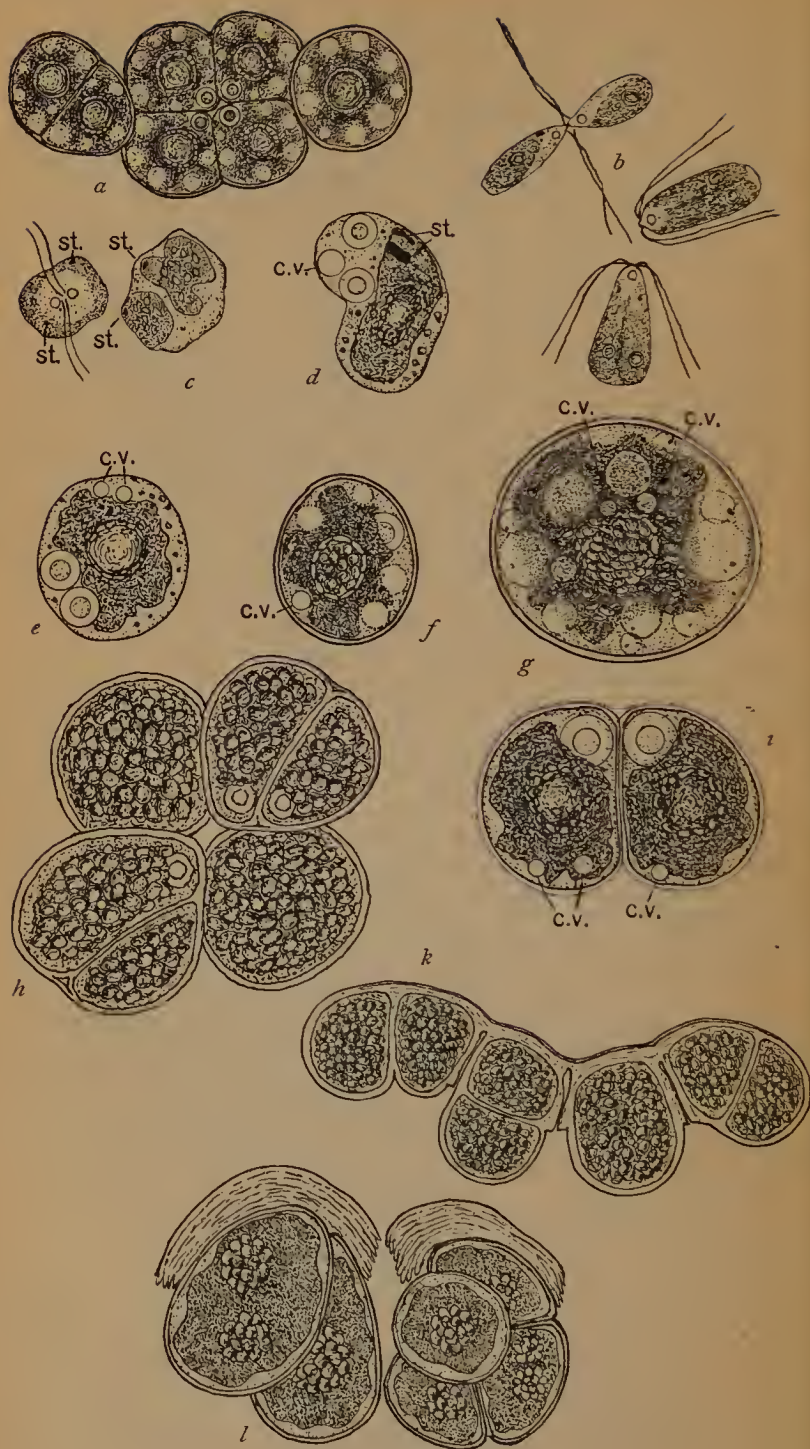


Fig. 450.

leicht zu sehen und fehlen bei erwachsenen, in Verbänden lebenden Zellen meist. Vermehrung durch Teilung des Protoplasten, wobei sich die Tochterzellen noch innerhalb der Mutterzelle behäuten und eine Zeitlang durch die Membranen zusammengehalten werden (Autosporenbildung); auf diese Weise entstehen die zwei- oder vier-



Fig. 451. *Apiooccus consociatus* var. *agamica*. a Zellhaufen aus vier Zellen bestehend; b Zoosporen; c diese sich in unbewegliche, vegetative Zellen umwandelnd; d Zellen mit Zoosporen, die sich bereits in der Mutterzelle in behäutete Tochterzellen umwandeln (nach Korschikoff).

zelligen Verbände. Die Tochterzellen isolieren sich mit der Zeit. Es werden ferner nackte zweigeißelige Schwärmer gebildet, die zu zweien kopulieren, eine dünnwandige Zygote bilden, die direkt zu einer vegetativen Zelle heranwächst. Die vegetativen Zellen würden demnach der diploiden Phase angehören. Daneben sind bei einer Form auch vegetative Zoosporen beobachtet worden.

Die vegetativen Zellen können sich direkt in Akineten verwandeln, lagern Hämatochrom ein; bei ihrer Keimung entstehen wieder Gameten, soweit sie sich nicht direkt vegetativ teilen und wieder Zellverbände liefern.

Fig. 450. *Apiooccus consociatus*. a kleiner Haufen vegetativer Zellen; b Schwärmer in Kopulation; c, d Zygozoosporen; e, f junge zu vegetativen Zellen werdende Zygote in allmählicher Entwicklung; g vegetative Zelle bereits nahezu erwachsen; h Zellhaufen zum Teil in Teilung; i zweizelliger Zellhaufen; k vegetative Zellen, sich in Akineten umwandelnd; l Akineten, je 2 oder 4 Tochterzellen entleerend (nach Korschikoff).

Eine Art:

Apicoccus consociatus Korschikoff (Fig. 450). Zellen mit deutlicher, gleich dicker Haut. Gameten nackt, sehr gestreckt eiförmig, mit seitlichem Chromatophoren und Pyrenoid; deutlichem, vorne gelegenen Stigma und zwei kontraktilen Vakuolen. Die Zygozoosporen bilden keine Dauersporen, sondern werden an der Wasseroberfläche direkt zu vegetativen Zellen. Zellen bis 18 μ dick; Gameten bis 16 μ lang.

Die Varietät *agamica* Korschikoff bildet keine Gameten, sondern vegetative Schwärmer aus.

Die typische Form in kleinen Weg- und Straßenpfützen um Charkow; die andere aus einer Zimmerkultur.

Alphabetisches Namensverzeichnis.

(Die Ziffern bedeuten die Seitenzahl. Sind zwei Seitenzahlen angegeben, so bezieht sich die erste auf den Bestimmungsschlüssel.)

<i>Acanthococcus</i> Lagerheim		<i>Carteria compressa</i> Pascher	154
pro parte	173	cordiformis (Carter) Dill	149
<i>Agloë</i> Pascher	247	crucifera Korschikoff	157
<i>biciliata</i> Pascher	250	Dangeardii Troitzkeja	159
<i>cylindrica</i> Pascher	251	dubia Scherfel	171
<i>silvicola</i> Pascher	251	elongata Pascher	152
<i>Agloë</i> subg.	(182) 147	excentrica Printz	159
<i>Amphichloris</i> subg.	(184) 254	globosa Korschikoff	143
<i>Apiococcus</i> Korschikoff	495	globulosa Pascher	143
<i>consociatus</i> Korschikoff	498	granulosa Playfair	350
var. <i>agamica</i> Korschikoff	498	Klebsii (Dangeard) Francé	
		em. Troitzkaja	151
<i>Besseyosphaera</i> Shaw	450. 462	lobata Pascher	166
<i>Brachiomonas</i> Bohlin	343	malleolata Pascher	163
<i>gracilis</i> Bohlin	346	micronucleata Korschikoff	156
<i>simplex</i> Hazen	345	multifilis Dill	150
<i>submarina</i> Bohlin	345	multifissa Pascher	157
f. <i>obtusa</i> Hazen	346	obtusa Dill	158
<i>Westiana</i> Pascher	346	oleifera Pascher	162
		Olivieri West	152
<i>Campbellosphaera</i> Shaw	450. 462	ovata Jacobsen	163
<i>Carteria</i> Diesing	138	ovata Playfair	168
subg. <i>Carteriopsis</i>	(142) 161	pallida Korschikoff	146
„ <i>Corbierea</i>	(142) 158	Phaseolus Printz	153
„ <i>Eucarteria</i>	(140) 143	plana Pascher	153
„ <i>Pseudagloë</i>	(142) 156	polychloris Pascher	158
„ <i>Tetramastix</i>	(142) 161	Fritschii Takeda	144
<i>albostrata</i> Pascher	165	quadrangulata Pascher	148
<i>alpina</i> Schmidle	146	radiosa Korschikoff	155
<i>australis</i> Playfair	168	rugulosa Playfair	350
<i>bullulina</i> Playfair	168	salina Wislouch	103
<i>caudata</i> Pascher	165	semiglobosa Pascher	146
<i>chlorogonioides</i> Pascher	169	simplex Pascher	145
<i>coccifera</i> Pascher	161	scrobiculata Playfair	168
		viridestriata Pascher	155
		<i>Carteriopsis</i> subgen.	(142) 161

<i>Cercidium</i> Dangeard	312	<i>Chlamydomonas apiocystiformis</i>	
<i>elongatum</i> Dangeard	316	Artari	479
<i>Chamaemorus</i> Bory	377	<i>asterosperma</i> Lagerheim	200. 311
<i>Characiochloris</i> Pascher	485	<i>astigmata</i> Spargo	311
<i>characioides</i> Pascher	485	<i>asymmetrica</i> Korschikoff	280
<i>epizootica</i> Pascher	487	<i>atactogama</i> Korschikoff	230
<i>sessilis</i> Pascher	486	<i>attenuata</i> Pascher	299
<i>Characium stipitatum</i> Wille	482	<i>aulata</i> Pascher	225
<i>Chlamydella</i> subg. (185)	260	<i>basistellata</i> Pascher	240
<i>Chlamydolepharis</i> Francé	398	<i>bernardinensis</i> Chodat	311
<i>brunnea</i> Francé	399	<i>biciliata</i> Korschikoff	250
var. <i>cylindrica</i> Francé	400	<i>bicocca</i> Pascher	269
„ <i>lagenella</i> Francé	400	<i>biconica</i> Pascher	300
„ <i>perforata</i> Francé	400	<i>biconvexa</i> Pascher	226
<i>Chlamydobotrys</i> Korschikoff	406	<i>Braunii</i> Goroschankin	219
<i>gracilis</i> Korschikoff	406	<i>breviciliata</i> Korschikoff	286
<i>Korschikoffi</i> Pascher	408	<i>capitata</i> Scherffel und	
<i>stellata</i> Korschikoff	406	Pascher	246
<i>Chlamydococcus</i> Ehrenberg	173	<i>caudata</i> Wille	244
<i>Chlamydococcus</i> Stein	323	<i>celerrima</i> Pascher	278
<i>crassicauda</i> Korschikoff	324	<i>characioides</i> Korschikoff	485
<i>fluviatilis</i> Stein	324	<i>Cienkowskii</i> Schmidle	285
<i>nivalis</i> A. Braun	196	<i>cingulata</i> Pascher	271
<i>Chlamydomonadaceae</i>	135	var. <i>Seligerina</i> Korschikoff	273
<i>Chlamydomonadeae</i>	136	<i>citriformis</i> Scherffel und	
<i>Chlamydomonadinae</i>	121	Pascher	266
<i>Chlamydomonas</i> Ehrenberg	173	<i>clathrata</i> Pascher	305
Bestimmungsschlüssel	177	<i>coccifera</i> Goroschankin	282
Subg. <i>Agloe</i> (182)	247	<i>communis</i> Perty nicht	
„ <i>Amphichloris</i> (184)	254	Snow	311
„ <i>Chlamydella</i> (185)	260	<i>communis</i> Snow	228
Sect. I <i>Monopleura</i> (185)	260	<i>complanata</i> Pascher	233
„ II <i>Chlorogoniella</i> (186)	273	<i>conferta</i> Korschikoff	216
Subg. <i>Chloromonas</i> (188)	289	<i>conica</i> Dangeard	207
„ <i>Euchlamydomonas</i> (177)	192	forma	208
„ <i>Pleiochloris</i> (187)	281	<i>coniformis</i> Pascher	205
Sect. III <i>Cercidium</i> Wille	312	<i>conocylindrus</i> Pascher	242
„ IV <i>Chlorogonium</i>		<i>conversa</i> Korschikoff	268
Wille	312	<i>costata</i> Korschikoff	238
<i>Aalesundensis</i> Pascher	304	<i>cylindrica</i> Chodat	251
<i>aculeata</i> Korschikoff	317	<i>dactylococcoides</i> Scherffel	
<i>acuta</i> Korschikoff	279	und Pascher	263
<i>acutata</i> Korschikoff	245	<i>Dangeardii</i> Chmiliowski	248
<i>agloëformis</i> Pascher	252	<i>Debaryana</i> Goroschankin	230
<i>alboviridis</i> Stein	311	<i>dentata</i> Pascher	291
<i>alpina</i> Pascher	303	<i>depauperata</i> Pascher	291
<i>ampla</i> Printz	210	<i>Dilli</i> Dangeard	310
<i>anglica</i> Pascher	295	<i>dinobryonis</i> G. M. Smith	273
<i>angulosa</i> Dill	231	<i>dissecta</i> Pascher	300
<i>angusta</i> Diesing	311	<i>dorsoventralis</i> Pascher	235
<i>apex</i> Pascher	297	<i>Dunalii</i> Cohn	311
		<i>Ehrenbergii</i> Goroschankin	204

Chlamydomonas elegans

G. S. West	279
elliptica Korschikoff	265
elongata Pascher	241
<i>elongata</i> Wille	316
epiphytica G. M. Smith	212
<i>epizootica</i> Korschikoff	486
<i>eriensis</i> Printz	192
<i>flavovirens</i> Rostafinski	311
Franki Pascher	222
fungicola Puymaly	266
gelatinosa Korschikoff	210
gigantea Dill	283
<i>glacialis</i> Lagerheim	311
globosa Snow	192
globulosa Perty	192. 311
sensu West	290
gloeocystiformis Dill	224
gloeogama Korschikoff	267
Goroschankini Chmiliowski	229
gracilis Snow	227
grandis Stein	285
Grovei G. S. West	290
gyroides Pascher	217
gyrus Pascher	218
<i>halophila</i> Francé	311
Holdereri Schmidle	309
<i>humida</i> Schneider	311
<i>hyalina</i> Cohn	311. 382
ignava Korschikoff	287
impressa Pascher	194
incrassata Pascher	472
incerta Pascher	193
incisa Korschikoff	268
incurva Pascher	234
<i>inertis</i> Korschikoff	479
<i>inhaerens</i> Bachmann	485
intermedia Chodat	203
inversa Pascher	298
isogama Korschikoff	278
Kleinii Schmidle	257
Koishikavensis Nakano	308
Korschikoffi Pascher	308
Kuteinikowi Goroschan-	
kin	274
lagenula Pascher	206
<i>lateritia</i> Lagerheim	311
lismorensis Playfair	205
longeoovalis Pascher	222
longiciliata Pascher	299
longirubra Pascher	194
longistigma Dill	270
maculata Playfair	292
media Klebs	263

Chlamydomonas var. *minor*

Pascher	264
metastigma Stein	255
microscopica G. S. West	274
minima Korschikoff	280
<i>minima</i> Pascher	332
minutissima Korschikoff	281
mirabilis Pascher	306
<i>monadina</i> Stein	271
<i>Moorei</i> Spargo	311
<i>Morieri</i> Dangeard	204
mucicola Schmidle	276
mucosa Pascher	296
<i>multifilis</i> Goroschankin	150
multitaeniata Korschikoff	238
nasuta Korschikoff	236
neglecta Korschikoff	318
nivalis Wille	196
noctigama Korschikoff	216
obscura Playfair	311
<i>obtusa</i> Braun	311
<i>obtusa</i> Cienkowski	285
obtusata Korschikoff	252
obversa Pascher	251
<i>operculata</i> Stein	311
ovalis Pascher	274
<i>ovalis</i> Korschikoff	327
ovata Dangeard	277
palatina Pascher	303
paradoxa Pascher	293
parallelstriata Korsi-	
koff	235
parietaria Dill	263
paupercula Playfair	293
penioides Pascher	256
penium Pascher	258
pertusa Chodat	255
Pertyi Goroschankin	213
pisiformis Dill	241
platyrhyncha Korschikoff	271
platystigma Pascher	299
pluristigma Bristol	226
<i>pluvialis</i> Wille	311
polydactyla Chodat	209
pomiformis Pascher	194
proboscigera Korschikoff	216
procera Printz	310
pseudagloë Pascher	248
pseudogigantea Korsi-	
koff	287
pseudopertyi Pascher	214
pseudoplatyrhyncha Pascher	308
pseudoreticulata Pascher	306
pteromonoides Chodat	208

<i>Chlamydomonas pulsatilla</i>		<i>Chlamydosphaera</i> Schkor-	
Wollenweber	236	batow	406
<i>pulvisculus</i> Ehrenberg (?)	204	<i>Korschikoffi</i> Schkor-	
<i>pulvisculus</i> Ehrenberg	311	batow	408
<i>pusilla</i> Playfair	293	<i>Chlorobrachis</i> Korschikoff	347
<i>radiosa</i> Schneider	311	<i>gracillima</i> Korschikoff	347
<i>regularis</i> Korschikoff	248	<i>Chlorogonium</i> Ehrenberg	312
<i>Reinhardi</i> Dangeard	201	<i>aculeatum</i> Pascher	317
<i>reniformis</i> Playfair	295	<i>bernardinense</i> Chodat	321
<i>reticulata</i> Goroschankin	305	<i>elegans</i> Playfair	321
<i>rhopaloides</i> Korschikoff	253	<i>elongatum</i> Dangeard	316
<i>rostrata</i> Cienkowski	311	<i>euchlorum</i> Ehrenberg	314
<i>rotula</i> Playfair	209	var. <i>minuta</i> Pascher	316
<i>rubrifilum</i> Korschikoff	288	„ <i>Klebs</i>	394
<i>Rudolphiana</i> Pascher	282	<i>Kuteinokowi</i> Schmidle	274
<i>sacculiformis</i> Korschikoff	257	<i>minimum</i> Playfair	321
<i>sanguinea</i> Lagerheim	199	<i>mucicola</i> Schmidle	276
<i>sectilis</i> Korschikoff	209	<i>neglectum</i> Pascher	319
<i>Serbinowi</i> Pascher	306	<i>ovatum</i> Schmidle	277
<i>sessilis</i> Korschikoff	486	<i>spirale</i> Scherffel et	
<i>silvicola</i> Chodat	250	Pascher	320
<i>simplex</i> Pascher	212	<i>tetragamum</i> Bohlin	318
<i>Smithiana</i> Pascher	296	<i>Chlorogoniella</i> Schmidle	272
<i>Snowiae</i> Printz	228	<i>Chloromonas</i> Subg. (188)	289
<i>speciosa</i> Korschikoff	253	<i>Chloromonas</i> Gobi 173.	289
<i>sphaerica</i> Migula	309	<i>alpina</i> Wille	303
<i>sphaerica</i> Troitzkaja	271	<i>attenuata</i> Korschikoff	299
<i>sphagnicola</i> Fritsch und		<i>Aalesundensis</i> Wille	304
Takeda	284	<i>clathrata</i> Korschikoff	305
<i>Steinii</i> Goroschankin	239	<i>dissecta</i> Korschikoff	300
<i>stellata</i> Chodat	311	<i>incrassata</i> Korschikoff	472
<i>stellata</i> Dill	253	<i>longiciliata</i> Korschikoff	199
var. <i>Serbinow</i>	306	<i>maculata</i> Korschikoff	308
<i>stipitata</i> Bachmann	484	<i>mirabilis</i> Korschikoff	306
<i>striata</i> Korschikoff	287	<i>mucosa</i> Korschikoff	296
<i>subasymmetrica</i> Pascher	207	<i>palatina</i> Schmidle	303
<i>subcaudata</i> Wille	244	<i>paradoxa</i> Korschikoff	293
<i>subcylindracea</i> Korschikoff	232	<i>Pinchinchae</i> Wille	201
<i>tetrabaena</i> Diesing	311	<i>platyrhyncha</i> Korschikoff	308
<i>tetraolaris</i> Wollenweber	260	<i>platystigma</i> Korschikoff	299
<i>tingens</i> Braun	311	<i>Serbinowi</i> Wille	306
var. <i>nivalis</i> Lagerheim	201	<i>Chlorophysema</i> Pascher	476
<i>tingens</i> im Sinne Frank	222	<i>apiocystiforme</i> Pascher	479
<i>umbonata</i> Pascher	211	<i>inertis</i> Pascher	479
<i>urceolata</i> Printz	328	<i>Chlorotriangulum</i> Kufferath	403
<i>uva</i> F. Müller	311	<i>minutum</i> Kufferath	404
<i>variabilis</i> Dangeard	301	<i>Coccochloris nivalis</i> Sprengel	196
var. <i>anglica</i> G. S. West	295	<i>Coccomnadineae</i>	348
<i>viridemaculata</i> Pascher	302	<i>Coccomonas</i> Stein	350
<i>Westiana</i> Pascher	290	<i>orbicularis</i> Stein	351
<i>Zebra</i> Korschikoff	194	<i>subtriangularis</i> Lemmermann	352

<i>Collodictyon</i> Carter	114	<i>Gonium</i> Müller	411
<i>triciatum</i> Carter	114	<i>angulosum</i> Lemmermann	418
<i>Copelandosphaera</i> Shaw	450. 463	<i>formosum</i> Pascher	418
<i>Corbiera</i> Dangeard	138	<i>lacustre</i> West	422
<i>vulgaris</i> Dangeard	159	<i>pectorale</i> Müller	418
<i>Corbiera</i> (Dangeard) subg.		<i>sacculiferum</i> Scherffel	422
(142)	158	<i>sociale</i> Warming	420
<i>Cryptoglana alata</i> Carter	365	Haematococcus Agardh em.	
<i>Cryptomonas</i> (?) <i>dubia</i> Perty	171	Flotow	122
<i>Cylindromonas</i> Hansgirg	403	Buetschlii Blochmann	129
<i>fontinalis</i> Hansgirg	403	<i>droebakensis</i> Wollen-	
Diplostauron Korschikoff	341	weber	127
<i>angulosum</i> Pascher	342	var. <i>fastigata</i> Wollen-	
<i>pentagonium</i> Pascher	342	weber	129
<i>Disceraea nivalis</i> Vogt et		<i>pluvialis</i> Flotow em.	
A. Braun	196	Wille	129
<i>Diselmis</i> Dujardin pro parte	173	<i>Heteromastix</i> Korschikoff	119
<i>Dysmorphococcus</i> Takeda	352	<i>angulata</i> Korschikoff	120
<i>Fritschii</i> Takeda	353	<i>Hyalogonium</i> Pascher	393
<i>coccifer</i> Korschikoff	354	<i>acus</i> Pascher	394
Eucarteria subgen.	(140) 143	<i>Klebsii</i> Pascher	394
<i>Eucharteria</i> Schmidle	143	<i>Hypnomonas</i> Korschikoff	487
<i>Euchlamydomonas</i> Subg. (177)	192	<i>chlorococcoides</i> Korschikoff	488
<i>Eudorina</i> Ehrenberg	433	lobata Korschikoff	488
<i>charkowiensis</i> Pascher	441	<i>Hysginum nivale</i> Perty	190
<i>echidna</i> Swirenko	442	<i>Isococcus</i> Fritsch und Ta-	
<i>elegans</i> Ehrenberg	440	keda	284
<i>illinoisensis</i> Pascher	443	<i>sphagnicola</i> Fritsch und	
<i>stagnalis</i> Wille	440	Takeda	284
<i>Eudorina Wallichii</i> Turner	430	<i>Janetosphaera</i> Shaw	450. 463
<i>Eudorinella Wallichii</i>		<i>aurea</i> Shaw	467
Lemmermann	430	<i>Kleinia</i> Francé	401
Fortiella Pascher	472	<i>stagnalis</i> Francé	401
<i>brunnea</i> Pascher	474	<i>Korschikoffia</i> Pascher	101
<i>bullulina</i> Pascher	474	<i>guttula</i> Pascher	102
<i>scrobiculata</i> Pascher	475	<i>collata</i> Pascher	103
<i>Furcilla</i> Stokes	113	Lobomonas Dangeard	336
<i>lobata</i> Stokes	113	<i>ampla</i> Pascher	339
<i>trifurca</i> Pascher	114	<i>Bernardinensis</i> Chodat	338
Gigantochloris Pascher	335	<i>denticulata</i> Korschikoff	341
<i>permaxima</i> Pascher	336	<i>Francei</i> Dangeard	338
<i>Glenodinium</i> Pascheri Such-		<i>pentagonia</i> Hazen	342
landt	199	<i>rostrata</i> Hazen	340
<i>Glenophytum</i> Diesing	377	<i>stellata</i> Chodat	338
<i>Gloeomonas</i> Klebs	326	Malleochloris Pascher	480
<i>ovalis</i> Klebs	327	<i>sessilis</i> Pascher	481
<i>Gloiococcus Grevillei</i> Shuttle-			
worth	196		
<i>Gonieae</i>	411		

Mastigosphaera Schewiakoff	428	Platychloris Pascher	331
Gobii Schewiakoff	429	minima Pascher	332
Merillosphaera Shaw	450. 462	Platydorina Kofoid	431
Migulae Shaw	468	caudata Kofoid	431
tertia Shaw	468	Pleiochloris Subg.	(187) 283
Mesostigma Lauterborn	105	Pleodorina Shaw	446
viride Lauterborn	106	californica Shaw	449
Microglena Ehrenberg pro parte	173	illinoisensis Kofoid	443
monadina Ehrenberg	271	Pocillomonas Steinecke	471
Monas Müller pro parte	377	flos aquae Steinecke	471
		Polyblepharidaceae	85
		Polyblepharidinae	85
		Polyblepharides Dangeard	88
		singularis Dangeard	89
Nautococcus Korschikoff	489	Polytoma Bory	377
candatus Korschikoff	493	angustum Pascher	386
constrictus Korschikoff	495	caudatum Korschikoff	389
grandis Korschikoff	494	cylindraceum Pascher	390
mammilatus Korschikoff	492	dorsiventrale Pascher	392
pyriformis Korschikoff	495	fusiforme Korschikoff	391
		maius Pascher	386
		minus Pascher	381
		multifilis Francé	375
		obtusum Pascher	385
		ocellatum Francé	391
		papillatum Pascher	389
		pseuduvella Pascher	387
		spicatum Krassiltschik	389
		striatum Francé	387
		tetraolare Pascher	391
		uvella Ehrenberg	382
		uvella im engeren Sinne	387
		Polytomeae	373
		Polytomella Aragao	109
		agilis Aragao	111
		globosa Pascher	112
		Polytomelleae	109
		Protochlorinae	116
		Protococcus Agardh pro parte	173
		Protococcus nivalis Agardh	196
		Pseudagloë subgen.	(142) 156
		Pseudocarteria polychloris	
		Pascher	158
		Pteromonas Seligo	363
		aculeata Lemmermann	368
		alata Cohn	365
		angulosa Lemmermann	365
		var. australis Playfair	367
		„ scutiformis Playfair	367
		„ Takedana Pascher	366
		„ vexilliformis Playfair	367
Palmella nivalis Hooker	196		
Pandorina Bory	423		
charchowiensis Korschikoff	441		
morum Bory	427		
Parapolytoma Jameson	401		
satura Jameson	402		
Pedinomonas Korschikoff	117		
maior Korschikoff	119		
minor Korschikoff	118		
rotunda Korschikoff	119		
Pedinopera Pascher	349		
granulosa Pascher	350		
rugulosa Pascher	349		
var. angulata Playfair	349		
Phacoteae	355		
Phacotus Perty	356		
alatus Dangeard	365		
angustus Pascher	361		
australis Playfair	357		
bullatus Playfair	362		
glaber Playfair	358		
lenticularis Ehrenberg	358		
Lendneri Chodat	359		
rectangularis Playfair	360		
reticulatus Playfair	361		
subglobosus Pascher	360		
Phyllomonas Korschikoff	333		
caeca Pascher	334		
phacoides Korschikoff	332		
striata Korschikoff	333		
Pithiscus Dangeard	138		
Klebsii Dangeard	151		

<i>Pteromonas Chodati</i> Lemmermann	369	<i>Sphaerellopsis</i> Korschikoff	322
<i>cordiformis</i> Lemmermann	366	<i>fluviatilis</i> Pascher	323
<i>cruciata</i> Playfair	372	var. <i>sphaerelloides</i> Pascher	323
<i>cryophila</i> Pascher	372	<i>sphaerelloides</i> Pascher	323
<i>Golenkiniana</i> Pascher	367	<i>Sphaerosira</i> Ehrenberg	450
<i>nivalis</i> Chodat	370	<i>volvax</i> Ehrenberg	467
<i>ovalis</i> Hodgett	367	<i>Sphenochloris</i> Pascher	327
<i>protracta</i> Lemmermann	366	<i>Printzii</i> Pascher	328
<i>rectangularis</i> Lemmermann	369	<i>urceolata</i> Pascher	328
<i>sinuosa</i> Chodat	366	<i>Spirogonium</i> Pascher	169
<i>Takedana</i> West	366	<i>chlorogonioides</i> Pascher	169
<i>Pyramidomonadeae</i>	88	<i>Spondylomoraceae</i>	404
<i>Pyramidomonas</i> Schmarda	90	<i>Spondylomorum</i> Ehrenberg	405
<i>delicatula</i> Griffith	98	<i>quaternarium</i> Ehrenberg	406
<i>inconstans</i> Hodgett	95	<i>Stephanoon</i> Schewiakoff	429
<i>minima</i> Pascher	98	<i>Askenasyi</i> Schewiakoff	430
<i>montana</i> Geitler	95	<i>Wallichii</i> Wille	430
<i>Nadsoni</i> Skvortzow	166	<i>Stephanosphaera</i> F. Cohn	131
<i>reticulata</i> Korschikoff	93	<i>pluvialis</i> F. Cohn	135
<i>semiglobosa</i> Pascher	94	<i>Stylosphaeridium</i> Geitler	481
<i>tetrarhynchus</i> Schmarda	99	<i>inhaerens</i> Pascher	482
var. <i>minor</i> Pascher	100	<i>stipilatum</i> Geitler	483
<i>utrajectina</i> Bretschneider	96	<i>Tetraphlepharis</i> Senn	374
<i>Pyrobotrrys</i> Arnoldi	406	<i>globulosa</i> Senn	377
<i>Raciborskiella</i> Wislouch	107	<i>multifilis</i> Wille em.	
<i>salina</i> Wislouch	107	Pascher	375
<i>urogenoides</i> Swirenko	108	<i>obovalis</i> Pascher	376
<i>Raciborskiellae</i>	107	<i>Tetradonta</i> Korschikoff	173. 294
<i>Scherffelia</i> Pascher	170	<i>Tetramastix</i> (Korschikoff)	
<i>angulata</i> Pascher	172	subgen. (142)	161
<i>dubia</i> Pascher	171	<i>Tetramastix</i> Korschikoff	138
<i>ovata</i> Pascher	171	<i>oleifera</i> Korschikoff	162
<i>phacus</i> Pascher	172	<i>ovata</i> Korschikoff	163
<i>Scotiella antarctica</i>	371	<i>Tetramitus globulus</i>	
<i>cryophila</i> Chodat	372	Zacharias	377
<i>nivalis</i> Fritsch	370	<i>Tetraselmis cordiformis</i> Stein	149
<i>polyptera</i>	371	<i>Thorakomonas</i> Korschikoff	324
<i>Scourfieldia</i> G. S. West	329	<i>irregularis</i> Korschikoff	326
<i>complanata</i> G. S. West	329	<i>sabulosa</i> Korschikoff	325
<i>cordiformis</i> Takeda	330	<i>Trichloris</i> Scherffel et	
<i>quadrata</i> Pascher	330	Pascher	103
<i>Spermatozopsis</i> Korschikoff	100	<i>paradoxa</i> Scherffel et	
<i>exultans</i> Korschikoff	100	Pascher	104
<i>Sphaerella</i> Sommerfeldt	173	<i>Tussetia</i> Pascher	395
<i>Sphaerella</i> Ant.	122	<i>polytomoides</i> Pascher	397
<i>nivalis</i> Sommerfeldt	191	<i>Tylomonas</i> Korschikoff	336
<i>Sphaerellaceae</i>	126	<i>Tylomonas</i> Korschikoff	341
		<i>irregularis</i> Korschikoff	341
		<i>Ulvella</i> Bory	377

Vacuolatae Korschikoff	475	Volvox globator (Linné)	
Volvocaceae	410	Ehrenberg	465
Volvoceae	422	Merilli West	466
Volvocineae	404	<i>mononae</i> G. M. Schmidt	470
Volvox (Linné) Ehrenberg	450	perglobator Powers	466
<i>africanus</i> West	468	Rousseletii West	466
<i>aureus</i> Ehrenberg	467	spermatosphaera Powers	469
var. <i>hemisphaerica</i>		<i>stellatus</i> Ehrenberg	465
Playfair	470	<i>Weismannianus</i> Powers	469
Barberi Shaw	466	Volvulina Playfair	444
<i>Carteri</i> Stein	469		



9783747790953

23

12/04/2019 9:34-3